



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO TECNOLÓGICO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA E
DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL

GERMANO KUSTER VALENTIM

CONSERVAÇÃO E APROVEITAMENTO DE FONTES
ALTERNATIVAS DE ÁGUA PARA FINS NÃO
POTÁVEIS EM UM RESTAURANTE INDUSTRIAL DE
GRANDE PORTE

VITÓRIA

2018

GERMANO KUSTER VALENTIM

**CONSERVAÇÃO E APROVEITAMENTO DE FONTES
ALTERNATIVAS DE ÁGUA PARA FINS NÃO
POTÁVEIS EM UM RESTAURANTE INDUSTRIAL DE
GRANDE PORTE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável (Modalidade Profissional) da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável.

Orientador: Prof^a. D.Sc. Rosane Hein de Campos.

VITÓRIA

2018

Ficha catalográfica disponibilizada pelo Sistema Integrado de Bibliotecas - SIBI/UFES e elaborada pelo autor

V155c Valentim, Germano Kuster, 1976-
Conservação e aproveitamento de fontes alternativas de água para fins não potáveis em um restaurante industrial de grande porte / Germano Kuster Valentim. - 2018.
158 f. : il.

Orientadora: Rosane Hein Campos.
Coorientador: Ricardo Franci Gonçalves.
Dissertação (Mestrado em Engenharia de Saúde Pública e Desenvolvimento Sustentável) - Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Tecnológico.

1. Água - Reuso. 2. Balanço Hidrológico. 3. Água - Conservação. 4. Águas Pluviais. 5. Estudos de Viabilidade. I. Campos, Rosane Hein. II. Gonçalves, Ricardo Franci. III. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro Tecnológico. IV. Título.

CDU: 628

GERMANO KUSTER VALENTIM

CONSERVAÇÃO E APROVEITAMENTO DE FONTES ALTERNATIVAS DE ÁGUA PARA FINS NÃO POTÁVEIS EM UM RESTAURANTE DE GRANDE PORTE

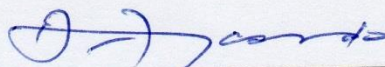
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável (Modalidade Profissional) da Universidade Federal do Espírito Santo como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável na área de concentração Sustentabilidade, Ambiente e Sociedade e linha de pesquisa Gestão Sustentável e Energia

Aprovada em 10 de agosto de 2018

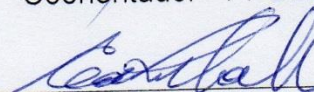
COMISSÃO EXAMINADORA



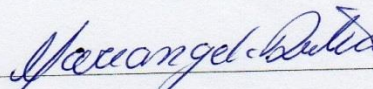
Prof^a D Sc. Rosane Hein Campos
Orientador - PPGES / CT UFES



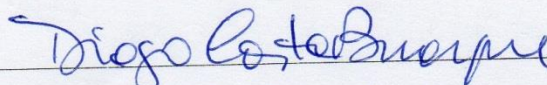
Prof D Ing. Ricardo Franci Gonçalves
Coorientador - PPGES / CT UFES



Prof^a D Sc. Edumar Ramos Cabral Coelho
Examinadora Externa - PPGES CT UFES



Prof^a D Sc. Marângela Dutra de Oliveira
Examinadora Externa - FES



Prof D Sc. Diogo Costa Buarque
Coorientador - PPGEA CT UFES

À minha esposa, Lorena, ao meu
filho, Heitor, aos meus pais,
Alberlianto e Maria Izabel, aos meus
irmãos, Leandro e Cristina.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me conduzir nos momentos difíceis. O Teu amor cobre as minhas fraquezas e a tua fidelidade é maior do que todos os obstáculos na minha vida. Obrigado, Deus!

Aos meus pais, Alberlianto A. Valentim e Maria Izabel K. Valentim, pela educação, carinho e pelo incentivo durante toda minha vida acadêmica.

À minha esposa, Lorena Roza e meu filho Heitor, pelo amor, respeito, entendimento e união da nossa família, e pela compreensão nas horas mais difíceis e nas constantes ausências.

Aos meus irmãos Leandro K. Valentim e Cristina K. Valentim, pela cumplicidade, vibração e torcida que temos uns com os outros. Isso é um dom de família que faz com que nos uníssemos mais ainda, amo vocês.

À professora Rosane Campos, que, mesmo com a carga horária bastante comprometida, não deixou de me prestar valiosa orientação (chegando a abrir as portas de sua casa), além de sempre me provocar algumas reflexões muito pertinentes. Considero um privilégio ter sido seu aluno e orientando de mestrado.

Ao Prof. Ricardo Franci, um apaixonado em transmitir seus conhecimentos, despertando a nossa admiração, obrigado pela atenção, paciência e disponibilidade em sempre me apoiar desde o primeiro momento em que entrei no processo de seleção para o mestrado no PPGES/UFES.

Ao Prof. Diogo Buarque pelas conversas, orientações, ensinamentos, críticas construtivas, sempre atencioso para me atender (inclusive comentar meus trabalhos nos fins de semana).

À Banca Examinadora, Prof^a. Edumar Ramos, Prof^a. Mariangela Oliveira e Prof. Diogo Buarque pelas valiosas contribuições e discussões à versão final desse trabalho.

Aos meus amigos de mestrado: Ivan Bastos, Fernanda Guzzo, Larissa Miranda, Heleno Mariane, Milene Nóbrega, Celso Bastos, sempre atentos nas minhas demandas quando precisei de ajuda.

Aos meus amigos da Vale: Fernando Peres, Marcelo Gottardi, Júlio Muniz, Leidimara Favero, Lorena Trarbach, Eden Tolentino e Luciane Ferrari. Trabalhar em equipe é saber ser parte de um todo, juntos somos mais fortes.

À Vale S.A., por acreditar em mim durante todo esse período de formação, onde precisei por vários momentos estar ausente das minhas atividades laborais, isso mostra a posição da empresa conforme a visão estratégica: transformar recursos naturais em prosperidade e desenvolvimento sustentável.

“Eu sei que o meu trabalho é uma gota no oceano, mas sem ele o oceano seria menor”

Madre Tereza de Cálcuta

RESUMO

A baixa disponibilidade dos recursos naturais levou a sociedade a mudar os hábitos de consumo na área econômica, política e ambiental. Desse modo, este estudo apresenta estratégias de conservação e aproveitamento de água para redução do consumo de água potável a partir de técnicas e análises econômicas para o uso racional e do aproveitamento de fontes não potáveis. A edificação escolhida para desenvolvimento do estudo foi o Restaurante Central da Vale, que possui uma área de cobertura de 7.521,3 m². A metodologia utilizada contemplou inicialmente a avaliação do consumo de água potável e da oferta de água não potável da edificação. Destaca-se que a oferta de água de chuva apresentou um volume de 7.588,3 m³/ano, enquanto a oferta de água de condensação representa um volume de 489,6 m³/ano. Foi constatado que a água cinza produzida na edificação equivale a 1.982,7 m³/ano, enquanto que a produção de água negra demonstrou uma vazão de 5.842,9 m³/ano. Foram verificados os possíveis vazamentos nas bacias sanitárias dos banheiros e vestiários, constatando que estes representam 0,2% do consumo total de água. Em seguida foi aplicado o método do Balanço Hídrico Reconciliado (BHR), desenvolvido pela Rede Teclim da Universidade Federal da Bahia, para a reconciliação dos dados de vazões medidas e estimadas. Os desvios encontrados nas vazões medidas e reconciliadas foram insignificantes, uma vez que o consumo setorizado de água potável não se alterou. Posteriormente, foi desenvolvido o estudo de viabilidade técnica e econômica para as fontes alternativas de água não potáveis (água de chuva e condensação) e para implantação dos dispositivos economizadores instalados no Restaurante Central. Concluiu-se, então, que o aproveitamento das duas fontes de água não potável (água de condensação e água da chuva) bem como a implantação dos dispositivos economizadores, implicariam em uma economia de 21.997,4 m³/ano, correspondendo a uma redução de 34,6 % da demanda de água potável pelo uso de fontes alternativas.

Palavras-chave: Aproveitamento de Água. Restaurante Central. Balanço Hídrico. Indicadores.

ABSTRACT

The low amount of natural resources available took society to change its consumption habits economically, politically and environmentally. Due to that, this dissertation presents strategies to best conserve and use water in order to reduce the consumption of potable water as of techniques of rational use and by the utilization of non-potable water sources. The building chosen for the development of this study was the Central Restaurant of Vale (Restaurante Central da Vale), which possesses a covered area of 7.521,3 m². The methodology utilized contemplated initially the evaluation of consumption of potable water in comparison with the non-potable water that was offered by the building. It is important to highlight that the offer of rain water presented a volume of 7.588,3 m³, while the offer of condensed water represented a volume of 489,6 m³/year. It was determined that the grey water produced by the building represents 1.982,7 m³/year, whilst the black water demonstrated a flow of 5.843,9 m³/year. It was analyzed the possible leakage of sanitary toilets, concluding that they represented 0,2% of the total water consumed. Subsequently, it was applied the hydric balance reconciliation (BHR) developed by Teclim Network from Federal University of Bahia, for the reconciliation of the data of leakage measured and estimated. The deviation found in the measured leakage and reconciled was insignificant, since the sectorized consumption of potable water did not present any alteration. Posteriorly, it was developed the study of technical and economic viability for alternative non-potable water sources (rain water and condensation) as well as the implantation of saving devices installed in the Central Restaurant. It was concluded that the usage of both non-potable water sources (condensated water and rain water) as well as the implantation of saving devices would imply an economy of 21.997,4 m³/year, corresponding to a reduction of 34,6% of potable water demand by the use of alternative sources.

Key Words: Water usage. Central Restaurant. Hydric Balance. Indicators.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Produção hídrica das grandes regiões hidrográficas do Brasil.....	33
Tabela 2 – Consumo doméstico em diferentes países	35
Tabela 3 – Indicadores de consumo de água	39
Tabela 4 – Diferença em percentual de consumo entre equipamento convencional e dispositivo economizador de água.....	42
Tabela 5 – Volume de água condensada pelos aparelhos de ar condicionado x energia.....	49
Tabela 6 – Produção de água condensada no SCVV	50
Tabela 7 – Percentual aproximado de água negra e água cinza produzido nas instalações sanitárias de um restaurante de grande porte.....	51
Tabela 8 – Quantidade de refeições fornecidas pelo Restaurante Central da Vale em 2016	56
Tabela 9 – Quantidade de refeições fornecidas pelo Restaurante Central da Vale em 2017	57
Tabela 10 – Quantidade de refeições fornecidas pelo Restaurante Central da Vale em 2018.....	57
Tabela 11 – Coeficientes de escoamento superficial	71
Tabela 12 – Dimensões do reservatório	72
Tabela 13 – Histórico do consumo de água do Restaurante Central da Vale S.A., hidrômetro principal.....	91
Tabela 14 – Histórico do consumo de água do Restaurante Central da Vale S.A., hidrômetro principal.....	92
Tabela 15 – Consumo L/refeição em 22 restaurantes de Cascavel-PR.....	95

Tabela 16 – Resumo do consumo segregado de água potável por mês e por atividade	97
Tabela 17 – Uso da água em 3 restaurantes em Denver, Colorado, EUA x Restaurante Central da Vale.....	100
Tabela 18 – Comparação entre consumo segregado de água potável (medição setorizada) x hidrômetro principal (CESAN)	100
Tabela 19 – Resultado do teste do corante com caneta.....	101
Tabela 20 – Consumo dos vestiários e banheiros na madrugada	101
Tabela 21 – Perdas por tipo de vazamento e por tipo de aparelho.....	102
Tabela 22 – Produção de água nos banheiros masculinos.....	103
Tabela 23 – Produção de água nos banheiros femininos.....	103
Tabela 24 – Produção de água no vestiário masculino.....	103
Tabela 25 – Produção de água no vestiário feminino	104
Tabela 26 – Produção total de água cinza e negra da edificação (WC´s + vestiários)	104
Tabela 27 – Volume da oferta de água de chuva.....	106
Tabela 28– Resumo do resultado da medição de vazão – método volumétrico.....	109
Tabela 29 – Capacidade de tonelada refrigeração x vazão x produção de 1 TR (L/TR.D).....	111
Tabela 30 – Comparação entre a capacidade de oferta da água de chuva em restaurante industrial de SP x Restaurante Central da Vale (2018)	114
Tabela 31 – Vazões medidas e estimadas.....	115
Tabela 32 – Solução solver do MSEXCEL®.....	117
Tabela 33 – Relações entre as vazões reconciliadas e vazões medidas	118

Tabela 34 – Vazão do consumo setorizado após a implantação dos dispositivos economizadores referente ao mês de fevereiro de 2018.....	122
Tabela 35 – Vazão do consumo setorizado após a implantação dos dispositivos economizadores referente ao mês de março de 2018.....	122
Tabela 36 – Padrão de consumo antes da implantação dos dispositivos economizadores (hidrômetro principal) x padrão de consumo após a implantação dos dispositivos economizadores (setorização)	123
Tabela 37 – Dimensionamento do reservatório de águas não potáveis.....	125
Tabela 38– Análise econômica do Cenário 01	127
Tabela 39 – Análise econômica do Cenário 02	128
Tabela 40 – Análise econômica do Cenário 03	129
Tabela 41 – Resumo comparativo entre os cenários 01, 02 e 03	130
Tabela 42 – Quantidade de usuários que utilizaram os banheiros e vestiários no mês de março de 2018.....	147
Tabela 43 – Consumo setorizado de água potável sem implantação dos dispositivos economizadores - setembro 2017.	148
Tabela 44 – Consumo setorizado de água potável sem implantação dos dispositivos	149
Tabela 45– Consumo setorizado de água potável sem implantação dos dispositivos economizadores - novembro 2017	150
Tabela 46 – Consumo setorizado de água potável sem implantação dos dispositivos economizadores - dezembro 2017.	151
Tabela 47– Medição de água condensada – unidades condensadoras 1 a 4.	152
Tabela 48 – Medição de água condensada – unidades condensadoras 5 a 8.	153

Tabela 49 – Consumo setorizado de água potável com a implantação dos dispositivos economizadores - fevereiro 2018.....	154
Tabela 50 – Consumo setorizado de água potável com a implantação dos dispositivos economizadores - março 2018.	155
Tabela 51– Custo de aquisição e instalação dos dispositivos economizadores.....	156
Tabela 52 – Custo da mão de obra para instalação do sistema de armazenamento e bombeamento de água de chuva / condensação e dispositivos economizadores...	157
Tabela 53– Custo dos materiais e equipamentos para instalação do sistema de armazenamento e bombeamento de água de chuva e condensação e dispositivos economizadores.....	158

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Dispositivos economizadores	43
Quadro 2 – Etapas para o estudo do gerenciamento dos recursos hídricos em edificações.....	61
Quadro 3 – Histórico do consumo de água do Restaurante Central da Vale S.A., hidrômetro principal.....	63
Quadro 4 – Planilha de consumo de água do restaurante central sem considerar a instalação de dispositivos economizadores.....	69
Quadro 5 – Estação Pluviométrica Utilizada.....	70
Quadro 6 – Planilha de medição de vazão através do método volumétrico	74
Quadro 7 – Atribuição de valores para a qualidade de informação (QI) das vazões consideradas no balanço hídrico	79
Quadro 8 – Descrição dos cenários propostos.....	84
Quadro 9 – Custo de mão de obra e materiais para instalação dos dispositivos economizadores	87
Quadro 10 – Custo de mão de obra e materiais para instalação do sistema de armazenamento e bombeamento de água de chuva / água condensada e dispositivos economizadores.	88
Quadro 11 – Análise econômica - comparativo entre os cenários: 01, 02 e 03.....	89
Quadro 12 – Equações que representam O BHR	116

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Esquema de aproveitamento de água de chuva	46
Figura 2 – Princípio de funcionamento de aparelho de ar condicionado	48
Figura 3 – Vista aérea da localização do Restaurante Central da Vale	54
Figura 4 – Vista frontal do Restaurante Central da Vale	54
Figura 5 – Vista interna do Restaurante Central da Vale	55
Figura 6 – Vista superior do Complexo de Tubarão – Vale S.A.	58
Figura 7 – Vista do Hidrômetro Principal do Restaurante Central.....	59
Figura 8 – Abrigo do Hidrômetro Principal.....	59
Figura 9 – Unidade Evaporadora	60
Figura 10 – Unidades Condensadoras	60
Figura 11– Projeto Hidrossanitário - Planta Baixa 1 a 4 – Restaurante Central da Vale S.A.....	64
Figura 12 – Projeto Arquitetônico - Planta de Cobertura - Restaurante Central da Vale S.A.....	65
Figura 13 – Hidrômetros instalados no Restaurante Central.....	67
Figura 14 – Teste de vazamento em bacias sanitárias	68
Figura 15 – Reservatório utilizado para medição e vazão das unidades condensadoras.....	72
Figura 16 – Aferição da altura de lâmina d'água com base no centro do reservatório	73
Figura 17– Balanço Global - Principais correntes de entrada e saída de água.....	78
Figura 18 – Planilha Solver MSExcel®	80

Figura 19 – Unidade Condensadora nº 04	110
Figura 20 – Capacidade de TR fornecida pelo fabricante do equipamento	110
Figura 21 – Torneira de acionamento automático simples.....	119
Figura 22 – Mictório com acionamento automático simples.....	120
Figura 23 – Válvula de descarga com duplo acionamento.....	120
Figura 24 – Chuveiro com fechamento automático	121
Figura 25 – Torneiras com arejadores.....	121
Figura 26 – Projeto hidrossanitário – Planta 1 - Restaurante Central da VALE S.A	143
Figura 27 – Projeto hidrossanitário – Planta 2 - Restaurante Central da VALE S.A.	144
Figura 28 – Projeto hidrossanitário – Planta 3 - Restaurante Central da VALE S.A.	145
Figura 29 – Projeto hidrossanitário – Planta 4 - Restaurante Central da Vale S.A..	146

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Distribuição do consumo de água em uma residência típica brasileira ...	36
Gráfico 2 – Distribuição de consumo de água no SCVV.....	37
Gráfico 3 – Distribuição de consumo de água em restaurante industrial.....	38
Gráfico 4 – Graduação de QI.....	52
Gráfico 5 – Consumo de água potável e quantidade de refeições por dia – 2016.....	93
Gráfico 6 – Consumo de água potável e quantidade de refeições por dia – 2017.....	93
Gráfico 7 – Consumo de água potável por dia e quantidade de refeições – 2016.....	94
Gráfico 8 – Consumo de água potável por dia e quantidade de refeições – 2017.....	94
Gráfico 9 – Resumo do consumo de água potável referente ao mês de setembro 2017.....	98
Gráfico 10 – Resumo do consumo de água potável referente ao mês de outubro 2017.....	98
Gráfico 11 – Resumo do consumo de água potável referente ao mês de novembro 2017.....	99
Gráfico 12 – Resumo do consumo de água potável referente ao mês de dezembro 2017.....	99
Gráfico 13 – Produção total anual de água cinza e negra da edificação – m ³ (Wc's + vestiários).....	104
Gráfico 14 – Média mensal das precipitações (1925 a 2017).....	105
Gráfico 15 – Média mensal dos dias de chuva (1925 a 2017).....	106
Gráfico 16 – Comparação dos volumes de água potável (CESAN) com a oferta de água de chuva.....	107

Gráfico 17 – Comparação dos volumes de oferta de água de chuva x produção de água negra.....	108
Gráfico 18 – Comparação dos volumes de água potável e oferta de água condensada	112
Gráfico 19 – Comparação dos volumes de oferta de água condensada x produção de água negra	112
Gráfico 20 – Resumo da vazão do consumo de água potável, oferta de água não potável e produção de água negra da edificação.....	113
Gráfico 21 – Balanço Hídrico anual do Restaurante Central.....	114
Gráfico 22 – Nova capacidade de consumo de água do Restaurante Central	130

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

A	Área
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANA	Agência Nacional das Águas
AMWUA	<i>Municipal Water Users Association</i>
Ac	Área de captação
B	Largura do telhado
BH	Balanço Hídrico
BHR	Balanço Hídrico Reconciliado
BTU	<i>British Thermal Unit</i>
C	Coeficiente de escoamento
c	Comprimento do telhado
Ct	Custo total do investimento
Cpre	Cálculo do consumo com a preparação da alimentação
C hig	Cálculo do consumo com a preparação da higiene
CESAN	Companhia Espírito Santense de Saneamento

CIESP	Confederação das Indústrias do Estado de São Paulo
ETAC	Estação de Tratamento de Água Cinza
FEM	Feminino
FIESP	Federação das Indústrias do Estado de São Paulo
G	Ganho no período
i	Correntes
IAC	Informação de altíssima confiança
ICA	Informação de confiança alta
ICB	Informação de confiança baixa
ICM	Informação de confiança média
in	Correntes de entradas
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
IP	Informação precária
IPC	Informação pouco confiável
L	Litros
L/ano	Litros por ano
L/hab.dia	Litros por habitante por dia

L/dia/funcionário	Litros por funcionário por dia
L/mês	Litros por mês
L/refeição	Litros por refeição
Leq	Comprimento equivalente
L/uso	Litros por uso
L/TR.d	Litros por tonelada de refrigeração por dia
m ²	Metro quadrado
m ³	Metro cúbico
m ³ /ano	Metro cúbico por ano
m ³ /mês	Metro cúbico por mês
MASC	Masculino
mm	Milímetros
Nº f	Número de frequentadores
NSWHEALTH	News South Wales Ministry of Health
P	Precipitação
PCA	Programa de Conservação de Água
PCRA	Programa de Conservação e Reúso de Água

PURA-USP	Programa de Uso Racional da Água
PVC	Policroeto de vinila
QI	Qualidade da informação
QDM	Quantidade de dias no mês
S	Correntes líquidas de saídas
S.A.	Sociedade anônima
SABESP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SCVV	Shopping Center Vila Velha
TECLIM	Rede de Tecnologias Limpas e Minimização de Resíduos da Bahia - UFBA
TR	Tonelada de refrigeração
Tr	Tempo de retorno (anos)
UFES	Universidade Federal do Espírito Santo
UFBA	Universidade Federal da Bahia
Vof	Volume da oferta de água
Vm	Vazão Medida
Vr	Vazão Reconciliada
Qac m	Vazão de água cinza produzida no banheiro masculino

Qac f	Vazão de água cinza produzida no banheiro feminino
Qan m	Vazão de água negra produzida no banheiro masculino
Qan f	Vazão de água negra produzida no banheiro feminino
Qac vm	Vazão de água cinza produzida no vestiário masculino
Qac vf	Vazão de água cinza produzida no vestiário feminino
Qan vm	Vazão de água negra produzida no vestiário masculino
Qan vf	Vazão de água negra produzida no vestiário feminino

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	28
1.1	PROBLEMA DA PESQUISA.....	29
1.2	JUSTIFICATIVA DA PESQUISA	30
2	OBJETIVOS	31
2.1	OBJETIVO GERAL	31
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	31
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	32
3.1	CRISE HÍDRICA	32
3.2	CONSUMO DE ÁGUA NO BRASIL	32
3.3	CONSUMO DE ÁGUAS NAS EDIFICAÇÕES	34
3.3.1	Consumo de água em edificações residenciais	34
3.3.2	Consumo de água em centros comerciais	36
3.3.3	Consumo de água em restaurantes industriais	38
3.4	INDICADORES DO CONSUMO DE ÁGUA.....	39
3.5	PROGRAMAS DE CONSERVAÇÃO DE ÁGUA	40
3.6	CONSERVAÇÃO E APROVEITAMENTO DA ÁGUA EM EDIFICAÇÕES	41
3.6.1	Dispositivos economizadores se água	42
3.6.2	Aproveitamento da água de chuva	45
3.6.3	Aproveitamento da água de condensação	48
3.6.4	Produção de água cinza e água negra	50
3.7	BALANÇO HÍDRICO - BH.....	51
3.8	ANÁLISE ECONÔMICA DA INSTALAÇÃO DOS DISPOSITIVOS ECONOMIZADORES, ÁGUA DE CHUVA E DE CONDENSAÇÃO	53
4	METODOLOGIA	54
4.1	DESCRIÇÃO DO EMPREENDIMENTO DO ESTUDO	54
4.2	OBJETIVO ESPECÍFICO 1 – ANALISAR O POTENCIAL DE PRODUÇÃO DE DIFERENTES CORRENTES LÍQUIDAS DE ÁGUAS NÃO POTÁVEIS NA EDIFICAÇÃO COMO ALTERNATIVA PARA REDUÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA POTÁVEL	61
4.2.1	Etapa 1 – Avaliação técnica inicial	62

4.2.2	Etapa 2 – Avaliação da demanda de água	66
4.2.3	Etapa 3 – Avaliação da Oferta de Água não potável	70
4.3	OBJETIVO ESPECÍFICO 2 – REALIZAR O BALANÇO HIDRICO DO RESTAURANTE CENTRAL, CONSIDERANDO AS ENTRADAS E SAÍDAS DE ÁGUA DA EDIFICAÇÃO EM ESTUDO	77
4.3.1	Mapeamento dos pontos de consumo de água	78
4.3.2	Fluxograma de processo do balanço hídrico	78
4.3.3	Medição ou estimativa das vazões e a definição da Qualidade da Informação (QI)	79
4.3.4	A reconciliação dos dados do BH a partir da formulação típica de Crowe 79	
4.3.5	Análise e interpretação dos dados para validação do balanço hídrico reconciliado (BHR)	81
4.3.6	Melhoria da QI	81
4.4	OBJETIVO ESPECÍFICO 3 – VERIFICAR A VIABILIDADE TÉCNICA PARA INSTALAÇÃO DOS DISPOSITIVOS ECONOMIZADORES DE ÁGUA E PARA CAPTAÇÃO DE DIFERENTES FONTES ALTERNATIVAS DE ÁGUAS NÃO POTÁVEIS (ÁGUA DE CHUVA E CONDENSAÇÃO)	81
4.4.1	Instalação dos dispositivos economizadores	82
4.4.2	Análise técnica do sistema de aproveitamento de água de chuva e de condensação	82
4.5	OBJETIVO ESPECÍFICO 4 – ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA DA INSTALAÇÃO DOS DISPOSITIVOS ECONOMIZADORES DE ÁGUA E DO USO DAS FONTES ALTERNATIVAS DE ÁGUAS NÃO POTÁVEIS (ÁGUA DE CHUVA E CONDENSAÇÃO)	83
4.5.1	Estudo de viabilidade econômica do CENÁRIO 01	84
4.5.2	Estudo de viabilidade econômica do CENÁRIO 02	85
4.5.3	Estudo de viabilidade econômica do CENÁRIO 03:	85
4.5.4	Tempo de retorno do investimento	86
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	90
5.1	OBJETIVO ESPECÍFICO 1 – ANALISAR O POTENCIAL DE PRODUÇÃO DE DIFERENTES CORRENTES LÍQUIDAS DE ÁGUAS POTÁVEIS NA EDIFICAÇÃO COMO ALTERNATIVA PARA REDUÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA POTÁVEL	90

5.1.1	Avaliação técnica inicial	90
5.1.2	Avaliação do consumo de água	95
5.1.3	Avaliação da oferta de água não potável	105
5.2	OBJETIVO ESPECÍFICO 2 – REALIZAR O BALANÇO HIDRICO DO RESTAURANTE CENTRAL, CONSIDERANDO AS ENTRADAS E SAÍDAS DE ÁGUA DA EDIFICAÇÃO EM ESTUDO	114
5.3	OBJETIVO ESPECÍFICO 3 – VERIFICAR A VIABILIDADE TÉCNICA PARA INSTALAÇÃO DOS DISPOSITIVOS ECONOMIZADORES DE ÁGUA E PARA CAPTAÇÃO DE DIFERENTES FONTES ALTERNATIVAS DE ÁGUAS NÃO POTÁVEIS (ÁGUA DE CHUVA E CONDENSAÇÃO)	119
5.3.1	Instalação de dispositivos economizadores	119
5.3.2	Análise técnica do sistema de aproveitamento de água de chuva e de condensação.	124
5.4	OBJETIVO ESPECÍFICO 4 – ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA DA INSTALAÇÃO DOS DISPOSITIVOS ECONOMIZADORES DE ÁGUA E DO USO DAS FONTES ALTERNATIVAS DE ÁGUAS NÃO POTÁVEIS (ÁGUA DE CHUVA E CONDENSAÇÃO)	126
5.4.1	Análise econômica do CENÁRIO 01 (considerando o consumo atual do Restaurante Central, ou seja, sem a instalação de dispositivos economizadores e sem a implantação do aproveitamento de água de chuva e de condensação)	126
□	Análise econômica do CENÁRIO 02 (considerando o consumo do Restaurante Central com a implantação de dispositivos economizadores).Custo anual de água	127
5.4.2	Análise econômica do CENÁRIO 03 (considerando o consumo do Restaurante Central com a implantação de dispositivos economizadores e oferta de água de chuva e de condensação)	128
6	CONCLUSÕES	131
7	RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	133
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	134
	ANEXOS	143

1 INTRODUÇÃO

O crescimento populacional mundial e, também, as mudanças no padrão de vida moderno geram sérias preocupações, sendo incompatíveis com a capacidade natural de renovação da água, da produção de alimentos e da geração energia elétrica (KUMAR; SAROJ, 2014; NAIR et al., 2014).

Atualmente, muitas práticas construtivas são implantadas inadequadamente, como jardins com espécies arbóreas com necessidade de grande volume de irrigação e enormes edificações que dificultam a circulação do ar. Conseqüentemente, trazem níveis de calor muito elevados no interior e exterior dos edifícios, gerando dependência dos sistemas de refrigeração, o que implica em maior consumo de água e energia (AL-SALLAL; AL-RAIS; DALMOUNK, 2013).

Cerca de 22 % da população mundial vive na China, que tem apenas 8 % dos recursos naturais de água doce do planeta (ZHANG et al., 2014). O Brasil, um dos países mais ricos em água doce do mundo, sofre com sérios problemas de escassez de água, assim como a China. São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte, os três principais centros urbanos do país, enfrentaram, no verão de 2015, a pior crise hídrica da história, além das áreas que historicamente sofrem com a falta d'água, como a região nordeste. Em 2014 o Espírito Santo atravessou a pior estiagem dos últimos 80 anos (AGERH, 2017), ocasionando a diminuição considerável das vazões dos rios.

Nesse contexto, é de fundamental importância o desenvolvimento de pesquisas que visem à otimização do uso da água por meio de técnicas e procedimentos que resultem em conservação, sem que haja comprometimento dos usos fundamentais que mantêm as áreas urbanas, ou seja, um equilíbrio entre a oferta e a demanda para garantir a sustentabilidade do desenvolvimento econômico e social (GONÇALVES, et al., 2006).

O Núcleo Água da UFES vem trabalhando com várias pesquisas para conservação e aproveitamento do uso da água, tais como: conservação de água em escolas municipais e em centros comerciais de grande porte. Os trabalhos são uma opção correta do ponto de vista ambiental e econômico, já que contribui para a diminuição

do consumo de água potável e, conseqüente, redução nas vazões de lançamento de efluentes sanitários.

1.1 PROBLEMA DA PESQUISA

As edificações industriais da Vale S.A. possuem vários dispositivos de utilização de água com grandes desperdícios, vazamentos, vedações desgastadas e equipamentos obsoletos que foram instalados na década de 1990.

Os dispositivos de utilização de água foram instalados sem uma estimativa adequada de consumo e com tecnologia que se tornaram ultrapassadas, o que acarreta sérios problemas no momento da utilização e alto consumo de água no preparo das refeições (em torno de 34 L/refeição) quando comparado ao consumo usual, em restaurantes industriais, que gira em torno de 25 L/refeição (SABESP, 2017), com isso, tem-se um consumo excessivo de água nas instalações prediais da empresa.

Outro problema é que a maioria das edificações da empresa não utilizam fontes alternativas de água (água de chuva ou de condensação) para redução do consumo de água potável, sendo o abastecimento de água totalmente dependente da concessionária local.

Baseado no exposto surgem questionamentos do tipo: o Restaurante Central da Vale, objeto do estudo, com consumo de água expressivo para a preparação de refeições, possuem estruturas hidrossanitárias ideais para instalações de dispositivos de redução do consumo de água? Apenas as implantações dos mesmos seriam suficientes para diminuir o consumo? O Restaurante Central da Vale comporta também outras fontes alternativas para consumo de água viável tecnicamente e economicamente? E se forem comparados o atual custo de fornecimento de água da Companhia Espírito Santense de Saneamento (CESAN) com o novo custo de água oriundo das fontes alternativas e da implantação dos dispositivos economizadores, o que seria mais viável economicamente?

1.2 JUSTIFICATIVA DA PESQUISA

Impulsionada pela crise hídrica no país, sistemas de conservação e otimização de água se intensificaram, por meios de inserção de dispositivos economizadores de água e de fontes alternativas de água não potável, que reduzem a necessidade do consumo da água potável disponível.

Atualmente, a CESAN, fornece, em média, um volume de 395.000 m³/mês de água potável para a empresa Vale S.A. (boletim de água emitido pela Vale S.A. em 03/01/2018), visando o seu consumo para fins potáveis e não potáveis. Porém, a empresa poderá ter o fornecimento de água comprometido, por conta da crise hídrica no Estado do Espírito Santo, uma vez que a concessionária prioriza a distribuição de água para a população da Grande Vitória.

Diante de tal situação é imprescindível a busca por novas fontes alternativas de água não potável, bem como estudar os dispositivos que otimizem o consumo de água potável, visando a continuidade e garantia operacional da empresa Vale S.A. e, conseqüentemente, a redução no fornecimento de água pela concessionária local.

Desta forma é de fundamental importância que se faça uma pesquisa, onde a proposta é sugerir medidas para o uso racional da água em uma edificação que possua grande consumo de água, o Restaurante Central da Vale S/A, e que possa ser reproduzida para outras instalações ou edificações do Completo de Tubarão - Vale S/A.

Diante deste contexto, esse trabalho será desenvolvido com o objetivo de descrever e caracterizar cenários economizadores de água no Restaurante Central através das informações no âmbito técnico e avaliações econômicas. Este projeto soma-se a tantos outros esforços na nobre causa de incentivar uma genuína mudança na sociedade e, talvez assim, garantir um futuro mais promissor às próximas gerações.

Portanto, a hipótese a ser avaliada nesta pesquisa é de que é possível aplicar estratégias para otimização de água através da implantação de fontes alternativas de água não potável e da instalação de dispositivos economizadores de água, com economia significativa no consumo de água potável.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver estratégias de conservação e aproveitamento de água para redução do consumo de água potável do Restaurante Central da Vale, a partir de técnicas de uso racional e do aproveitamento de fontes não potáveis.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para atingir o objetivo geral da pesquisa, os seguintes objetivos específicos foram elaborados:

1. Analisar o potencial de produção de diferentes correntes líquidas de águas não potáveis na edificação como alternativa para redução do consumo de água potável;
2. Realizar o balanço hídrico do Restaurante Central, considerando as entradas e saídas dos fluxos de água da edificação em estudo;
3. Verificar a viabilidade técnica para Instalação dos dispositivos economizadores de água e para captação de diferentes fontes alternativas de águas não potáveis (água de chuva e condensação);
4. Estudar viabilidade econômica da instalação dos dispositivos economizadores de água e do uso das fontes alternativas de águas não potáveis (água de chuva e condensação).

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 CRISE HÍDRICA

No ano de 2014 o Brasil, em especial o sudeste brasileiro, se deparou com um clima seco e sem chuvas, o que ocasionou uma redução significativa do volume de água nos reservatórios que abastecem as principais cidades do país, causando a maior estiagem dos últimos 80 anos (CESAN, 2017).

A escassez de água deve-se não apenas ao cenário descrito, mas também ao fato de que, nas últimas 5 décadas, a qualidade da água nos mananciais piorou em níveis consideráveis. Atualmente, grandes centros urbanos, industriais e áreas de desenvolvimento agrícola com grande uso de adubos químicos e agrotóxicos, já enfrentam a falta de qualidade da água, o que pode gerar graves problemas de saúde pública, além de desequilíbrio na economia regional.

Diante desse contexto os gestores públicos e as classes profissionais da área de recursos hídricos estão criando medidas legais para o uso racional da água, como a Lei nº 9.433/97 que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, visando à preservação de mananciais com redução dos níveis de poluição e a valorização da otimização do consumo de água.

Para Waidyasekara, Silva e Rameezdeen (2013), é necessário rever os aspectos quanto a eficiência e otimização do uso da água, adotando novos padrões de consumo, a fim de mitigar-se os impactos causados pelos longos períodos de estiagem.

3.2 CONSUMO DE ÁGUA NO BRASIL

No Brasil há sérios problemas quanto à distribuição dos recursos hídricos, apesar da ambulância de água.

De acordo com Gonçalves (2006), a demanda pelos recursos hídricos no Brasil, são para os seguintes fins: abastecimento em áreas urbanas, agricultura, usos

industriais, transporte, lazer, pesca e piscicultura, aquacultura, hidroeletricidade e turismo.

O Brasil possui 53% da produção de água da América do Sul e 12% do total mundial (REBOUÇAS, 1999). No entanto, uma das questões que geram a escassez de recursos está relacionada à disponibilidade hídrica em função da densidade demográfica. As maiores disponibilidades hídricas encontram-se em bacias onde a densidade demográfica é muito baixa, cerca de 2 a 5 hab/km² (MARINHO, 2007). Na Tabela 1 verifica-se a produção hídrica da região do Amazonas, Tocantins e demais localidades.

Tabela 1 - Produção hídrica das grandes regiões hidrográficas do Brasil

REGIÃO DEMOGRÁFICA	VAZÃO MÉDIA	PORCENTAGEM TOTAL DO BRASIL	DENSIDADE DEMOGRÁFICA Hab/km ²
Amazonas	128.900	72	2 a 5
Tocantins	11.300	6	2 a 5
Paraíba Atlântico Norte	6.000	3	-
Atlântico Nordeste	3.130	1,7	-
São Francisco	3.040	1,7	Varia entre 5 a 25
Atlântico Leste	670	0,3	-
Paraíba do Sul	3.170	1,8	-
Paraná até Foz	11.500	6,5	Varia entre 25 e mais de 100, com média de 53
Paraguai-Foz do Apá	1.770	1,1	-
Uruguai-Foz do Quarai	4.300	2,4	-
Atlântico Sudeste	4.570	2,5	-
Brasil	177.900	100	-
Amazonas-Brasil-Total	251.000	140	-

Fonte: Rebouças et al. (1999).

A análise dos principais problemas referentes à quantidade e à qualidade dos recursos hídricos no Brasil revela uma situação diversificada e complexa, que exige avanços institucionais e tecnológicos para recuperação e proteção, além de novas visões para a gestão preditiva, isto é, o conjunto de ações estratégicas de planejamento, participação de usuários e organização institucional, além da

implementação de tecnologias diferenciadas, avançadas (eco tecnologias) e de baixo custo.

3.3 CONSUMO DE ÁGUAS NAS EDIFICAÇÕES

As edificações podem ser classificadas como do tipo residencial, comercial ou pública e industriais. Nas edificações comerciais que incluem os edifícios de escritórios, restaurantes, hotéis, museus, entre outros, geralmente o uso da água é para fins domésticos (principalmente em ambientes sanitários), sistemas de resfriamento de ar condicionado e irrigação. Já nas edificações públicas o uso da água em ambientes sanitários é bem mais significativo variando entre 35% a 50% do consumo total. Neste ponto, cabe salientar, a importância de investimento em programas para uso racional da água em edificações, não só para uma significativa redução de consumo de água como também para uma significativa redução de fatores econômicos.

3.3.1 Consumo de água em edificações residenciais

Nossa sociedade vive em ambientes construídos e, no dia a dia, precisa da água para uma série de atividades, chamado de consumo doméstico.

Além da ingestão, o homem utiliza a água para outros fins, como preparo de alimentos, lavagem de utensílios, higiene pessoal, lavagem de roupas, afastamento de dejetos e higiene do ambiente (HAFNER, 2007).

Os usos domésticos são classificados em duas categorias: uso potável e uso não potável.

A água potável é utilizada nos chuveiros, nas bacias sanitárias, nas pias das residências, hotéis, escolas, hospitais, restaurantes, escritórios, e outras edificações em geral. Porém, segundo Alwi et al. (2008), a conservação dos recursos hídricos obedece a uma hierarquia, em que o primeiro nível consiste em eliminar o uso de água potável sempre quando possível.

Segundo Hafner (2007), aspectos como cultura, costumes, clima, educação, conscientização ambiental, nível social e poder aquisitivo influenciam no consumo de água potável.

Nota-se na Tabela 2 diferentes consumos de água potável. A variação de consumo chega ao extremo quando se compara aos Estados Unidos, país onde a população mais gasta água potável no mundo, sendo o uso de água para fins domésticos é quase 200 vezes maior do que de um habitante da Somália.

Tabela 2 – Consumo doméstico em diferentes países

Pais	Consumo doméstico (litros/dia)/pessoa
Estados Unidos	573
Austrália	493
Japão	374
México	365
Noruega	304
França	287
Israel	273
Brasil	187
Índia	136
China	87
Uganda	14
Somália	3

Fonte: Hafner (2007).

Algumas medidas de otimização do uso de água em edificações residenciais, tais como, instalação de medidores de fluxo de água, redução de derrames de água na lavagem dos pisos, instalação de dispositivos economizadores, reúso da água para lavagem, recolhimento de sólidos antes da limpeza dos pisos e reparo nos vazamentos podem representar uma economia significativa no consumo de água, principalmente quando aplicados concomitantemente (EL-SALAM; EL-NAGGAR, 2010).

Entretanto, segundo Cheesman, Bennett e Son (2008), a água é relativamente barata, por isso essas medidas de otimização ainda são pouco usuais.

Gonçalves (2006) afirma que estudos realizados no Brasil e no exterior mostram que, dentro de uma residência, os pontos de maior consumo de água são para tomar banho (37%) e dar descarga em vasos sanitários (22%), como ilustra o Gráfico 1.

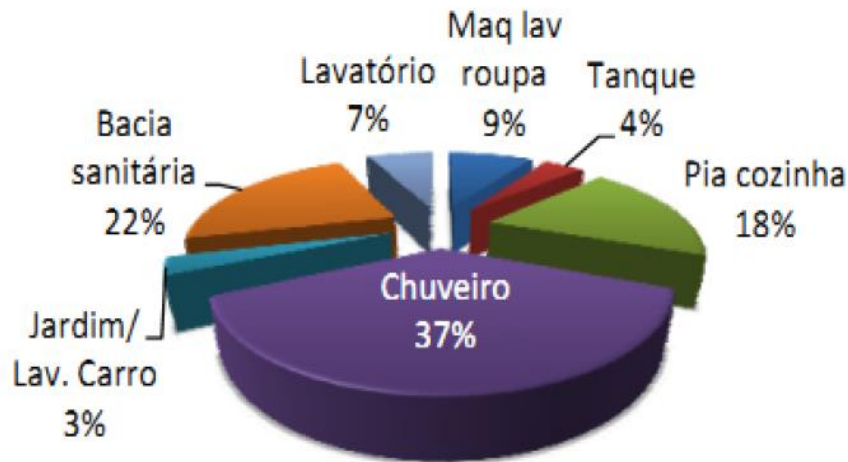


Gráfico 1 – Distribuição do consumo de água em uma residência típica brasileira
Fonte: Gonçalves (2006).

3.3.2 Consumo de água em centros comerciais

Ao se tratar de edificações comerciais de grande porte, o cenário em relação ao uso da água se agrava, pois, segundo Santo e Sanchez (2001), a instalação de shoppings em áreas urbanas sem uma estimativa adequada do consumo de água pode impactar negativamente nos sistemas de abastecimento e esgoto.

Guzzo (2017) registrou a distribuição do consumo de água por categorias no Shopping Center Vila Velha (SCVV), considerando-se as diversas atividades consumidoras de água, onde foi possível realizar a medição individualizada de todos os setores. O monitoramento do consumo segregado de água no SCVV indicou que a torre de resfriamento é o grande consumidor de água, responsável por 31,01% do consumo total de água, seguido pelos restaurantes (29,80%) e banheiros (15,56%) (Gráfico 2).

Dentre as principais atividades que demandam o uso de água em edificações comerciais, como o abastecimento das instalações hidrossanitárias, compostas por bacias sanitárias, torneiras de jardins, e o abastecimento do sistema de refrigeração, mais de 14% se apresentam como uso não nobres dispensando o uso de água potável (KESHAVARZI et al., 2006).

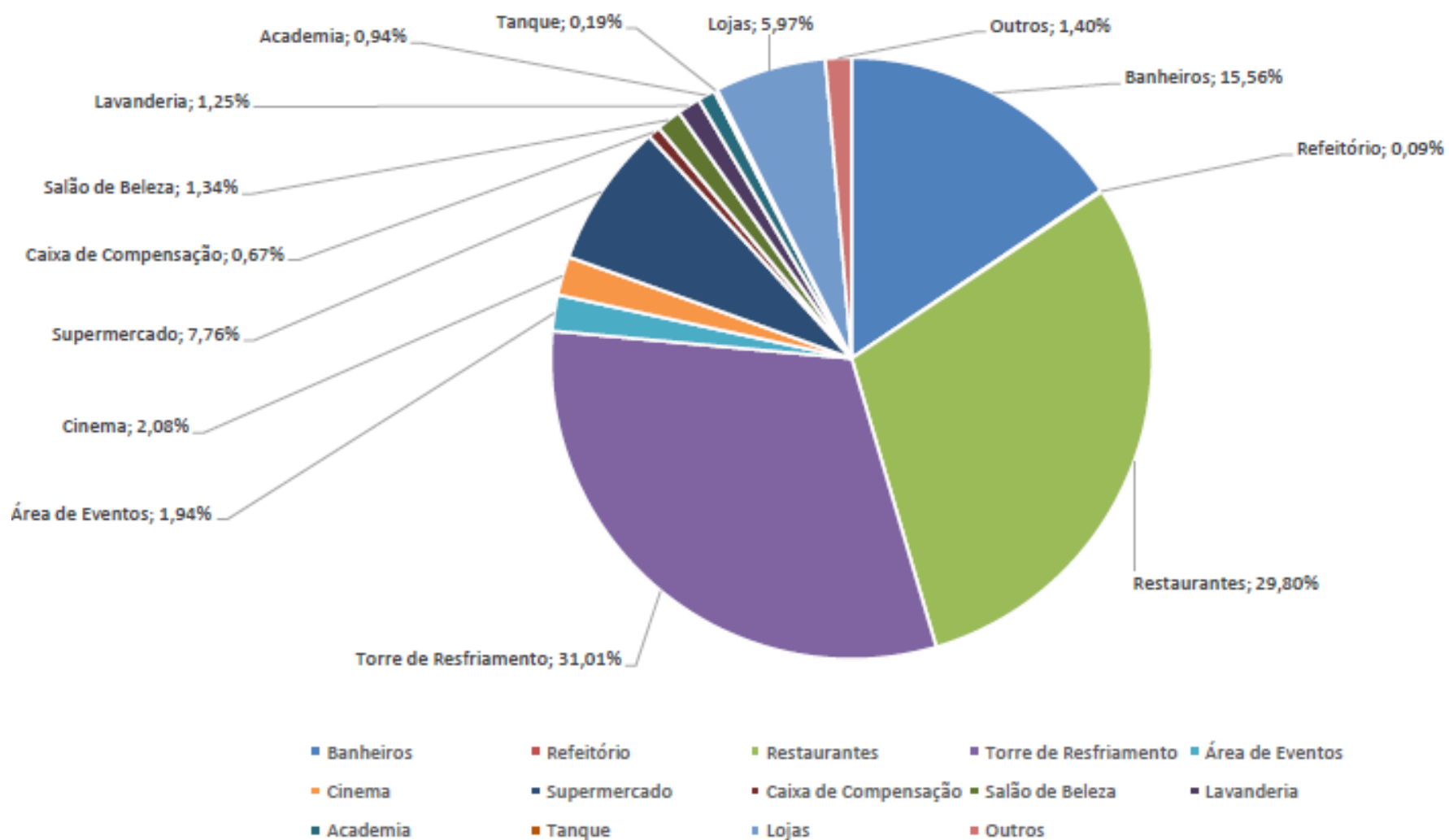


Gráfico 2 – Distribuição de consumo de água no SCVV
Fonte: Guzzo (2017).

3.3.3 Consumo de água em restaurantes industriais

Geralmente o uso ineficiente da água no preparo da alimentação, em restaurantes industriais, é resultado de projeto hidrossanitário irregular, falta de manutenção dos elementos hidráulicos da edificação ou padrões de comportamentos inadequados. A eficiência do consumo de água de um restaurante industrial pode ser medida em litros por refeições servidas por dia (KUBERT, 2008).

Os hábitos de consumo de água em restaurantes industriais devem refletir uma atitude de conservação. É fundamental compreender onde a água está sendo usada e medir individualmente a distribuição do consumo por categoria. A New York City Environmental Protection (2015) registrou a distribuição do consumo em um restaurante de Nova York, como ilustra a Gráfico 3.

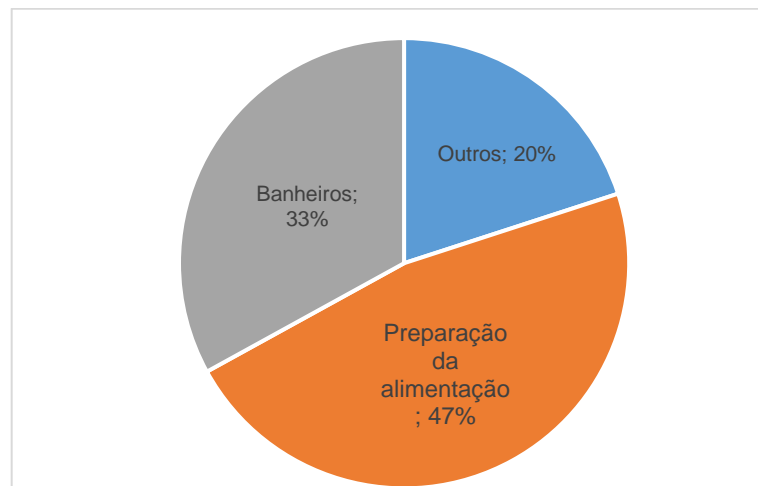


Gráfico 3 – Distribuição de consumo de água em restaurante industrial
Fonte: New York City Environmental Protection (2015).

Verifica-se que, dentre as principais atividades que demandam o uso de água em restaurantes de grande porte, como o abastecimento das instalações hidrossanitárias, compostas por banheiros, preparação da alimentação e o abastecimento do sistema de refrigeração, 33% se apresentam como uso não nobres dispensando o uso de água potável (KUBERT, 2008).

Aproximadamente 15% do uso total de água em instalações comerciais e institucionais nos Estados Unidos ocorre em restaurantes (NEW YORK CITY ENVIRONMENTAL PROTECTION, 2016). Diante do grande consumo fica claro a necessidade de uma gestão apropriada dos recursos hídricos. Além de desafogar os

sistemas de abastecimento de água e esgoto, tais edificações apresentam elevado potencial de aproveitamento e reaproveitamento de águas não potáveis. Entretanto, é preciso identificar os fatores que afetam a demanda de água e o consumo para uma gestão hídrica eficiente (KESHAVARZI et al., 2006).

3.4 INDICADORES DO CONSUMO DE ÁGUA

Segundo Siche et al. (2007), indicadores de consumo relacionam o volume de água consumido em determinado tempo com a quantidade de agentes consumidores do mesmo período, representado pela Equação 1:

$$IC = \frac{\text{volume de água consumido}}{\text{quantidade de agentes consumidores}} \quad (1)$$

Os principais indicadores de consumo de água para edificações estão representados na Tabela 3.

Tabela 3 – Indicadores de consumo de água

Categoria	Unidades	Valores	Origem
Edifício Residencial	Litros/dia/m ²	6,8	Silva, 2013
	Litros/dia/m ²	7,4	Aguiar, 2011
	Litros/dia/m ²	7	Pertel, 2009
Edifício de Escritórios	Litros/dia/m ²	4	Berenhauser e Pulici, 1983, SABESP
	Litros/dia/m ²	4	Hoddinot, M., 1981
	Litros/dia/m ²	4	Billings & Jones, 1996
	Litros/dia/funcionário	50 a 80	Macintyre, 1982
Restaurantes Industriais	Litros/dia/funcionário	65	Syed R. Qasim, 1994
	Litros/refeição preparada	19	Fiesp, 2016
	Litros/refeição preparada	22	Fecomércio, 2017
	Litros/refeição preparada	25	Sabesb, 2017

Fonte: Nunes (2006).

Tais valores servem de referência para outras edificações de mesmas características. Se o valor encontrado for maior que o valor de referência, significa

ineficiência no sistema hidráulico ou uso exagerado pelos consumidores, caso contrário, o sistema está operando de forma eficiente e econômica.

Pode-se estimar o volume de água consumida para determinada atividade computando-se o tempo gasto para realizá-la e a vazão de água requerida. Verdugo et al. (2002) estimaram o tempo para algumas atividades do cotidiano humano. Sendo assim, os indicadores de consumo de água auxiliam, de forma simples, na avaliação da eficiência dos sistemas hidráulicos das edificações.

3.5 PROGRAMAS DE CONSERVAÇÃO DE ÁGUA

A conservação da água abrange o uso racional e o reúso (WEBER; CYBIS; BEAL, 2010), sendo que o primeiro considera a conscientização por parte de seus usuários em relação ao desperdício de água, com intuito de mitigar ou até mesmo eliminar o consumo de água potável, o segundo refere-se às ações sustentáveis para preservação do recurso natural.

Um Programa de Conservação de Água (PCA), implantado de forma sistêmica, implica em otimizar o consumo de água, com a consequência da redução de volume de efluentes gerados, a partir da otimização do uso e da utilização de fontes alternativas considerando os diferentes níveis de potabilidade necessários, de acordo com o Sistema de Gestão apropriado.

O PCA apresenta dimensões de base ambiental, social e econômica. Sob a ótica do meio ambiente, implantar um PCA contribui com a preservação dos recursos hídricos, favorecendo o “Desenvolvimento Sustentável”. Na questão social, os PCA’s viabilizam a melhor distribuição dos recursos hídricos a população, através dos volumes excedentes obtidos. E, ainda, um PCA reduz os custos com insumos em geral como água, energia e produtos químicos, além de, racionalizar custos operacionais e de manutenção, gerando benefícios econômicos (SAUTCHÚCK 2004).

O Programa de Uso Racional da Água (PURA), desenvolvido inicialmente em São Paulo, atua sobre os sistemas prediais, com o intuito de promover o uso racional da água nestes sistemas. A concepção deste programa se deve ao fato da necessidade

de se atender três objetivos básicos: criação de modelos com a intenção de se quantificar a eficiência do uso de aparelhos economizadores de água, em sistemas hidráulicos prediais; proporcionar à população o uso da água de forma conservativa e racional, através do desenvolvimento e disponibilização de produtos que atingissem tal objetivo; embasamento das ações do programa através da geração de documentos técnicos e institucionais (GOMES, 2011).

Há também programas de sensibilização dos usuários, que consistem na forma de comunicação destinada aos usuários, através de palestras realizadas a funcionários de cozinha, lanchonetes, laboratórios, de limpeza, àqueles responsáveis pela manutenção de sistemas prediais, além da própria população, com objetivo de informá-los dos procedimentos adequados para a realização de seus serviços, bem como na forma correta de utilização dos aparelhos hidrossanitário (GONÇALVES, 2006).

3.6 CONSERVAÇÃO E APROVEITAMENTO DA ÁGUA EM EDIFICAÇÕES

Santos (2002) conceitua “conservação de água” como sendo um conjunto de ações que propiciam a economia de água seja nos mananciais, seja no sistema público de abastecimento de água, seja ainda nas habitações ou indústrias.

Restringindo-se ao cenário das habitações, de acordo com o Manual de Conservação e Reuso de Água em Edificações elaborado pela Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (FIESP) (2005), a conservação da água pode ser definida como qualquer ação que: reduza a quantidade de água extraída em fontes de suprimento; reduza o consumo de água; reduza o desperdício e a perda física de água; aumente a eficiência do uso da água; ou ainda aumente a reciclagem e o reuso de água.

É oportuno destacar que, o uso de fontes alternativas e de estratégias de uso racional de água em edificações é uma forma de amenizar os problemas de disponibilidade de água potável e diminuir a sua demanda. Sendo assim o aproveitamento das águas pluviais e de condensação dependem das características necessárias para determinada utilização (PATTANAYAK; YANG, 2005).

3.6.1 Dispositivos economizadores se água

Segundo Hafner (2007), dispositivos economizadores são equipamentos e acessórios hidrossanitários que possuem uma maior eficiência hídrica quando comparados a outros modelos de equipamentos convencionais.

Mayer, Deoreo e Lewis (2000) estimaram uma redução no consumo de água com a substituição de equipamentos hidráulicos convencionais por equipamentos modernos e mais eficientes (Tabela 4).

Tabela 4 – Diferença em percentual de consumo entre equipamento convencional e dispositivo economizador de água






EQUIPAMENTO CONVENCIONAL	CONSUMO	EQUIPAMENTO ECONOMIZADOR	CONSUMO	ECONOMIA
Bacia com caixa acoplada	12 litros/descarga	Bacia com VDR	6 litros/descarga	50%
Ducha (até 6mca)	0,19 litros/segundo	Restritor de vazão 8l/min	0,13litros/segundo	32%
Torneira de pia (até 6mca)	0,23litros/segundo	Arejador de vazão 8l/min	0,10 litros/segundo	57%
Torneira de uso geral (até 6mca)	0,26 litros/segundo	Restritor de vazão	0,10 litros/segundo	62%

Fonte: Hafner (2007).

Segundo Fidar, Memon e Butler (2016), a vazão de água de uma torneira convencional é muitas vezes excessiva, o que motiva o uso de torneiras mais eficientes, como as torneiras de acionamento por sensor simples e torneiras de acionamento por sensor infravermelho. No Quadro 1, são apresentados alguns dispositivos economizadores mais utilizados em edificações.

Entretanto, é importante lembrar, que apenas a instalação desses equipamentos não promove o consumo racional. Pois o uso consciente deve ser considerado para que não haja desperdícios e perdas com o consumo da água. Segundo Kiperstok (2008 apud CHEUNG et al., 2009), o desperdício e as perdas de água, também, podem ser induzidos pelos aparelhos hidrossanitários. No primeiro caso, em função das características do aparelho, as vezes por normas e especificações técnicas. Quanto as perdas, essas podem ser provocadas pela qualidade na periodicidade de manutenção que são submetidos os aparelhos.






Quadro 1 – Dispositivos economizadores

ITEM	TIPO DE DISPOSITIVO	DESCRIÇÃO	ILUSTRAÇÃO
1	Arejadores	O arejador é um pequeno acessório instalado na saída da água da torneira, cuja a função é misturar ar à água, diminuindo o fluxo, mas mantendo a sensação de volume, bem como direcionando o jato. Por isso, quanto maior a pressão, maior a economia, que varia entre 50% e 80%, (GLOBO, 2014).	
2	Pulverizador de vazão constante	Assim como o arejador, o pulverizador é um pequeno acessório instalado na saída da torneira. Sua função é transformar o jato de água em um feixe de pequenos jatos semelhante a um chuveirinho. Os pulverizadores reduzem a vazão para valores entre 0,06 l/s e 0,12 l/s (FABRIMAR, 2017).	
3	Torneira de acionamento automático simples	Muito utilizada em shoppings e aeroportos, em média tem tempo de fechamento de 8 segundos e descarga de 0,5 litros a 0,75 litros. A regulagem deve ser feita com o registro regulador onde se acha a vazão mais confortável para o usuário. Na saída da torneira temos um arejador autolimpante que dá a impressão de haver mais água do que realmente há (FABRIMAR, 2017).	
4	Torneira de acionamento automático por sensor infravermelho	Acionamento por sensor de raios infravermelho acionado por uma pilha pequena (não é ligado a eletricidade) (TOMAZ, 2009).	
5	Registro regulador de vazão	Regula a vazão de torneira, misturador, bidê e outros aparelhos, proporcionando economia de água são usados os reguladores de água. Possuem filtro para detenção de detrito. Podem ser de latão ou plástico. Substitui os registros convencionais de torneiras e misturadores para lavatórios e bidês, máquinas de lavar roupa e louça ou em outros aparelhos (FABRIMAR, 2017).	

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Quadro 1 – Dispositivos economizadores

(Continuação)

ITEM	TIPO DE DISPOSITIVO	DESCRIÇÃO	ILUSTRAÇÃO
6	Válvula de descarga com duplo acionamento	Funciona com um acionamento para urina em média com 3L/descarga, e outro para fezes em média com 6,8 L/descarga. A escolha pelo tipo de descarga ocorre no momento do acionamento através de um botão duplo que permite essa diferenciação. Podendo gerar uma economia média entre 50 e 75% em relação à descarga convencional (HAFNER, 2007).	
7	Vaso sanitário a vácuo	Funciona com uma central de vácuo automatizada, que coleta os dejetos através de uma rede de tubulações. Quando a descarga é acionada, a diferença de pressão suga o efluente em direção à central e, ao mesmo tempo, um jato de água limpa o vaso sanitário. O sistema, possui consumo extremamente baixo, cerca de 1,2 litro por descarga, mas o alto consumo de energia elétrica. O custo do sistema e a manutenção necessária com a central de vácuo inviabilizam sua utilização em situações cotidianas (HAFNER, 2007).	
8	Bacia sanitária com caixa acoplada e alimentação do lavabo	Muito utilizada em banheiros públicos do Japão, esse tipo de bacia sanitária utiliza água de reúso para a descarga. O sistema, ao ser acionado, libera a água reservada na caixa para a limpeza da bacia e, em seguida, a água limpa escoar em um pequeno lavabo montado sobre a própria caixa, onde o usuário lava as mãos. A água recolhida no fundo do lavabo cai diretamente dentro da caixa, sendo reservada para o próximo uso da descarga (HAFNER, 2007).	
9	Válvula de mictório temporizada	Possuem um sistema de acionamento hidromecânico, com leve pressão da mão e fechamento automático temporizado em aproximadamente 6 segundos. Esse sistema é prático, o que garante elevada vida útil, resistência a depredações e maior higiene: uma vez acionado, o usuário não tem mais contato com o produto. Além de práticas, as válvulas são altamente resistentes (FABRIMAR, 2017).	
10	Chuveiros com fechamento automático	Indicadas para locais públicos, como centros esportivos, piscinas públicas, rodoviárias, clubes e escolas. Funcionam com tempo de abertura programado sendo necessário novo acionamento a cada 30 segundos aproximadamente (FABRIMAR, 2017).	

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

3.6.2 Aproveitamento da água de chuva

O aproveitamento de água da chuva é praticado de forma regulamentada ou não em vários países. No Brasil, o sistema é utilizado em vários estados como fonte de suprimento de água. O aumento da utilização do uso de água da chuva não é caracterizado somente pela redução da oferta de água fornecida pelas companhias de saneamento, mas também na busca do desenvolvimento sustentável das cidades.

O aproveitamento da água pluvial consiste em utilizar essa água como fonte alternativa para fins não potáveis (FIORI; FERNANDES; PIZZO, 2006). A água da chuva é intermitente, ou seja, depende de fatores climáticos para ocorrer (CHUNG; LEE, 2009; YANG et al., 2012).

O objetivo do aproveitamento das águas pluviais é garantir a adequada captação, ou seja, recolher e dar destinação à água que cai sobre os telhados, lajes, pisos e pátios. Nas edificações, a água pluvial é recolhida das áreas como telhados, chamadas áreas de contribuição, e são transportadas por calhas, condutores ou tubulações para um pré-filtro autolimpante.

A próxima etapa é a filtragem, que é constituída por caixas de areia, grade e peneira para segregação dos materiais em suspensão, logo após a água recolhida é lançada em um reservatório de água de chuva, que poderá ser transportada por gravidade ou bombeamento até o reservatório final, conforme Figura 1.

A NBR 15527 (ABNT, 2007) recomenda descontar do volume total disponível de água pluvial o equivalente a 2 mm/m² de água de chuva.

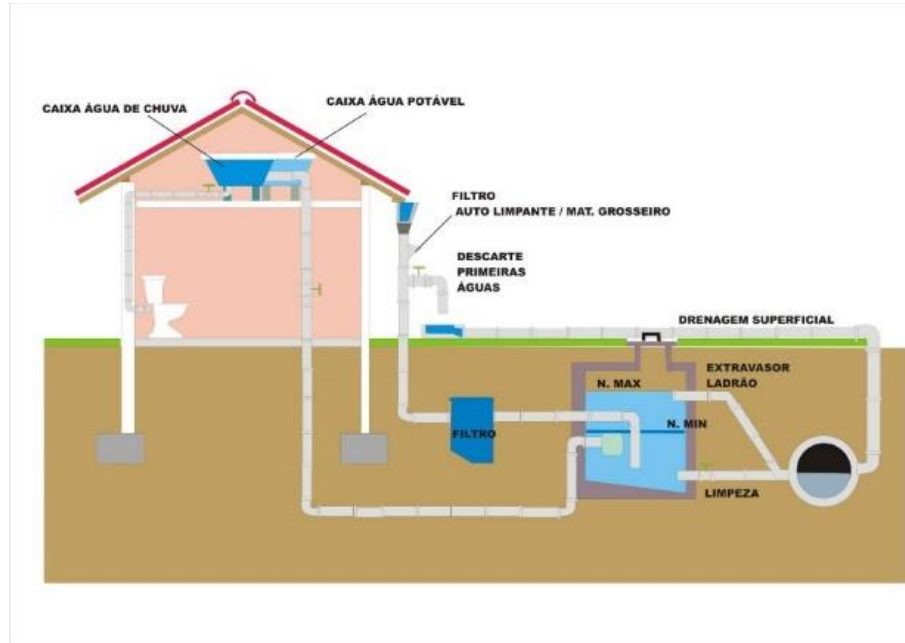


Figura 1 – Esquema de aproveitamento de água de chuva
 Fonte: Aaron Guides (2018).

A qualidade da água de chuva pode ser dividida em quatro fases:

- 1 - Antes de atingir o solo – Poluição atmosférica e com elementos (partículas como sílica, alumínio, ferro, etc.).
- 2 - Após escorrer pelo telhado, pisos, lajes, etc... - Contaminantes: fezes de passarinhos, pombas, fezes de ratos e outros animais, poeiras, folhas, revestimento do telhado, tintas, fibrocimentos, etc.
- 3 - Dentro do reservatório – Depósito de sedimentos, que devem ser removidos constantemente.
- 4 - No ponto de uso – Controle de cloro, sólido em suspensão e medição de pH. O tratamento não necessita ser complexo, podendo a água tratada ser utilizada para os seguintes fins (SILVA, 2016): descarga em vasos sanitários, irrigação de jardins e gramados; lavagem de veículos; limpeza de calçadas e ruas, limpeza de pátios, espelhos d'água, usos industriais, controle de poeira.

Dessa forma, é interessante a captação de água da chuva em edificações com grandes áreas de cobertura, como em edificações de grande porte (com poucos andares). Porém, é necessário um estudo detalhado da hidrologia da região, pois o dimensionamento da cisterna e das tubulações depende da relação entre a disponibilidade de água de chuva e a demanda por parte de seus usuários. Assim, o

dimensionamento da cisterna e das tubulações deve ser elaborado detalhadamente, a fim de que o sistema possua viabilidade técnica e econômica, uma vez que esses itens são os mais onerosos para o aproveitamento de águas pluviais (GOIS; RIOS; COSTANZI, 2015).

É necessário ter em mente que nem sempre haverá chuva suficiente para atender a demanda e nem sempre será possível armazenar toda a chuva precipitada (por questões físicas e econômicas). Portanto, os estudos e projetos devem se atentar na relação produção x demanda.

3.3.2.1 Métodos para o dimensionamento do volume do reservatório de água pluvial

A norma NBR 15527 (ABNT, 2007) define os parâmetros e requisitos para o aproveitamento de água de chuva coletada em coberturas de áreas urbanas para fins não potáveis. Entre esses parâmetros estão os métodos para o dimensionamento de um reservatório de água pluvial. São eles: Rippl, Azevedo Neto, Simulação, Métodos práticos (Alemão, Inglês e Australiano).

O Método de Rippl consiste num balanço de massa. Os dados de precipitação aplicados podem ser mensais ou diários. O uso de séries históricas mensais resulta em reservatórios de maior volume.

Já o Método de Azevedo Neto não leva em conta a demanda de água não potável, considerando apenas o volume captado e a quantidade de meses com pouca chuva ou seca.

Pelo Método da Simulação os dados de precipitação média mensal simulam o balanço hídrico no reservatório, e seu volume será definido através do maior déficit obtido nesse cálculo. A norma NBR 15527 (ABNT, 2007) faz as seguintes observações: a simulação considera o reservatório cheio no início da contagem do tempo "t"; os dados históricos são representativos para as condições futuras; e a evaporação de água é desconsiderada.

De acordo com Método Prático Alemão o reservatório terá o menor volume entre 6% do volume anual de consumo e 6% do volume anual de precipitação aproveitável.

Método Prático Inglês dimensiona o reservatório para um volume de 5% do total captado de águas pluviais.

O Método Prático Australiano é o único que relaciona o volume reservado à garantia de atendimento da demanda de água pluvial, recomendando-se que os valores de confiança estejam entre 90% e 99%.

3.6.3 Aproveitamento da água de condensação

Antes de se pensar em técnicas para o aproveitamento de água de condensação, é preciso que se entenda o princípio básico do funcionamento do sistema de aparelhos de ar condicionado, cuja principal função é garantir o conforto térmico em ambientes internos. Necessário também conhecer como ocorre a geração de água que, na maioria das vezes, é desperdiçada (CHUA; CHOU; YAN, 2013).

Os sistemas de condicionamento de ar, que englobam tanto operações de refrigeração quanto de aquecimento de ar, regulam a temperatura de ambientes criando uma sensação de conforto térmico (aquecendo ou refrigerando). Eles realizam troca de temperatura do ambiente, através da passagem do ar pela serpentina do evaporador que por contato sofre queda ou aumento de temperatura, dependendo do ciclo utilizado, baixando a umidade relativa do ar (Figura 2).

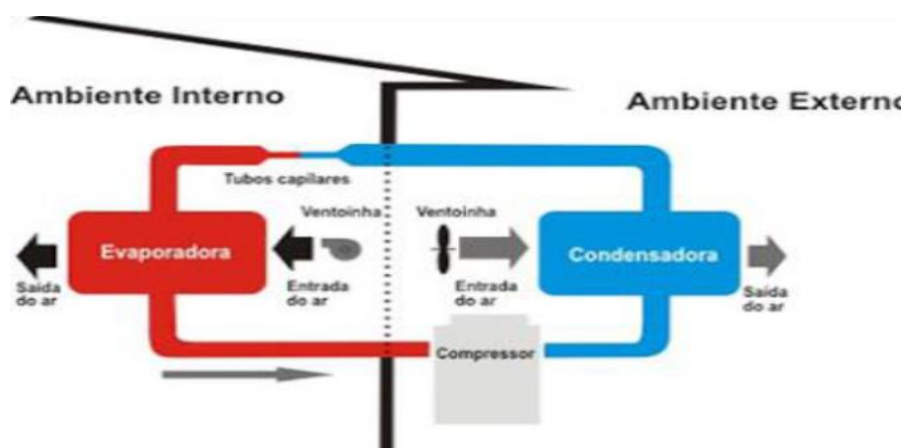


Figura 2 – Princípio de funcionamento de aparelho de ar condicionado
Fonte: Antonovicz; Weber (2013).

A água de condensação muitas vezes é descartada de forma inadequada, sendo descartada para o ambiente externo e podendo causar problemas aos pedestres

devido ao gotejamento nas calçadas, deixando-a escorregadia e gerando acúmulo de resíduos indesejáveis, além de poder danificar as estruturas de concreto armado tais como marquises e lajes de prédios e ocasionar o acúmulo de poças e conseqüentemente a proliferação de mosquitos. Sendo assim, o aproveitamento da água de condensação, além de evitar seu destino de forma inadequado, gera economia de água para as edificações, principalmente em lugares em que o uso do ar condicionado é frequente (ANTONOVICZ; WEBER, 2016).

A vazão de água condensada pelos aparelhos oscila de acordo com a umidade relativa do ar. Conforme Fortes et al. (2015), isso ocorre pelo fato dos aparelhos retirarem umidade do ambiente interno através do processo de condensação, quando a água passa do estado gasoso para o líquido, e em seguida o ar seco e refrigerado retorna para o recinto interno e a condensação da umidade é então drenada para o ambiente externo.

Quanto à qualidade da água de condensação, esta é equivalente à da água destilada, ou seja, sem necessidade de tratamento complexo para fins não potáveis (LICINA; SEKHAR, 2012; NASSAR; MOURA, 2015), e possui características sazonais, variando com o clima e região (COOK; SHARMA; GURUNG, 2014).

Na Tabela 5 é apresentada a relação entre a energia, em BTU (*British Thermal Unit*), e vazão de água condensada, em litros por hora. A pesquisa foi realizada no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo – Campus Santa Teresa, localizado na Microrregião Central Serrana do Estado do Espírito Santo, com aparelhos tipo *Split* do modelo *HiWall*, com potências que variam de 7.500 a 80.000 BTU. A temperatura comumente utilizada na instituição é 23°C (FERREIRA, 2016).

Tabela 5 – Volume de água condensada pelos aparelhos de ar condicionado x energia

POTÊNCIA (BTU)	VAZÃO (L/h/unid)	POTÊNCIA (BTU)	VAZÃO (L/h/unid)
7500	0,123	24000	1,585
9000	0,274	30000	1,59
10000	0,291	36000	1,6375
12000	0,328	48000	1,891
18000	0,974	60000	2,064
22000	1,475	80000	2,451

Fonte: Ferreira (2016).

Guzzo (2017) calculou a produção de água do sistema de ar condicionado do SCVV considerando o funcionamento igual 12 horas por dia. Em um mês, o SCVV produziu um volume total de 291 m³ de água de condensação (Tabela 6).

Tabela 6 – Produção de água condensada no SCVV

Total TR do SCVV	Indicador de produção (L/TR.d)	Total de condensado (L/dia)	Total de condensado (L/dia)
1669,7	8,823	9.722,66	291.679,80

Fonte: Guzzo (2017).

3.6.4 Produção de água cinza e água negra

As chamadas águas cinzas consistem nas águas residuais provenientes de pias, lavatórios, chuveiros, máquina de lavar roupas e louças. E as águas negras referem-se as bacias sanitárias (GONÇALVES, 2009).

Ainda segundo Gonçalves (2009), cerca de 40% do consumo de água para fins domésticos destinam-se a usos não potáveis, dentre eles estão o uso de descargas em bacias sanitárias, irrigação de gramados, vegetações ou jardins, lavagem de automóveis, limpeza de calçadas, pátios, pisos internos e externos. De acordo com um estudo desenvolvido na região Amazônica realizado pela ANA (2009), a utilização de águas cinzas apenas para descargas de bacias sanitárias constitui em uma economia de 1/3 do consumo doméstico.

É necessário determinar na edificação os volumes de águas cinzas e negras gerados, assim como a vazão necessária para suprir os pontos de consumo de água.

Para fazer a estimativa dos volumes para água cinza e negra da edificação em estudo, deve ser considerando, por exemplo, frequência de lavagem, volume de água para descarga dos vasos sanitários.

Segundo Gonçalves (2006), ao contrário da água pluvial, cuja oferta depende de fatores climáticos, as águas cinzas e negras são produzidas conforme o consumo de água nas residências. Logo, enquanto houver pessoas consumindo água, haverá produção de águas cinza.

Tabela 7 mostra a produção de água cinza e negra em uma instalação sanitária de um restaurante de grande porte.

Tabela 7 – Percentual aproximado de água negra e água cinza produzido nas instalações sanitárias de um restaurante de grande porte

	Água negra		Água cinza	
	Total (%)	L/dia	Total (%)	L/dia
Bacia sanitária	77	1809,5		
Lavatório			6	141
Chuveiro			17	399,5

Fonte: NSWHEALTH (2007).

3.7 BALANÇO HÍDRICO – BH

Um balanço hídrico consiste na soma das correntes líquidas de entrada e saída de um sistema durante um determinado período, tendo como princípio o balanço de massa. Nesse, a soma dos fluxos de entrada deve ser igual à soma dos fluxos de saída (FREIRE, 2011).

O balanço de massa é construído a partir da lei da conservação de massa ou de Lavoisier (a massa não pode ser criada ou destruída) e, não havendo acúmulo de massa no interior de um equipamento, ao longo de um determinado tempo, tem-se que a massa total na entrada é igual a massa total na saída (AQUIM, 2004).

Para a construção do balanço hídrico de uma determinada edificação é necessário definir os volumes de controle a serem estudados e as equações do balanço, entretanto, muitas vezes as incertezas nos valores de vazões obtidos acarretam na diferença entre as correntes de entradas e saídas (RODRIGUES et al., 2009).

Ressalta-se, porém, que uma das grandes dificuldades para representá-lo está relacionado à coleta de dados, pois geralmente não existem medidores de vazão instalados na edificação, ou, quando existem, as quantidades são insuficientes. Em consequência dessa falta de medidores instalados para levantamento das correntes aquosas, são utilizadas outras formas de medição para obtenção dos dados de

vazões, tais como, estimativas com base na literatura, dados de projetos e balanço de massa (MARTINS et al., 2010; FONTANA et al., 2004).

Sendo assim, surge a necessidade de associar a estes dados um grau de incerteza relacionada com o método no qual esta informação foi obtida. A ferramenta que, associada ao valor de vazão, indica a faixa de certeza na qual foi obtida, denominou-se Qualidade de Informação (QI).

Ainda segundo Rodrigues (et al., 2009), os valores de QI para uma planta pode ser graduado em seis níveis, variando de 10 a 0,4. Nela IPC indica informação pouco confiável (0,4), IP informação precária (2,0), ICB informação de confiança baixa (4,0), ICM informação de confiança média (6,0), ICA, informação de confiança alta (8,0) e IAC, informação de altíssima confiança (10,0). No Gráfico 4 observa-se a escala de valores de Qualidade de Informação.

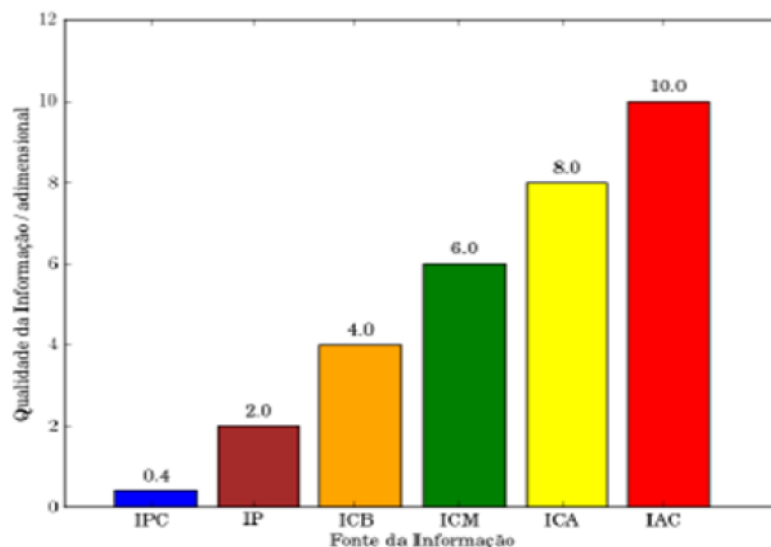


Gráfico 4 – Graduação de QI
Fonte: Narciso (apud VALLE, 2013, p.24).

O grupo de Pesquisa da Rede Teclim da Universidade Federal da Bahia (UFBA) desenvolveu uma metodologia para auxílio no gerenciamento de correntes líquidas denominada de Balanço Hídrico Reconciliado (BHR) (MARTINS et al., 2010).

A reconciliação de dados, é uma técnica que vêm sendo desenvolvida para aumentar a precisão de medições através da redução do efeito de erros aleatórios nos dados. A reconciliação de dados faz uso de restrições do modelo do processo e obtém as estimativas das variáveis de processo ajustando as medições, para que as estimativas satisfaçam às restrições. As estimativas reconciliadas devem ser mais

precisas que as medições e mais consistentes com relações conhecidas entre variáveis de processo (FREIRE, 2011).

Em resumo, o BHR consiste na atribuição de coeficientes da Qualidade da Informação (QI) conforme a metodologia adotada para obtenção do dado em estudo. Para maior confiabilidade de um dado é atribuído um valor alto de QI e para dados estimados de formas “grosseiras” é aplicado um valor baixo de QI (OLIVEIRA, 2011; FREIRE, 2011).

3.8 ANÁLISE ECONÔMICA DA INSTALAÇÃO DOS DISPOSITIVOS ECONOMIZADORES, ÁGUA DE CHUVA E DE CONDENSAÇÃO

A análise econômica da implementação de sistemas eficientes para as práticas de recursos hídricos, tem sido muito enfatizada na Europa. A implementação desses sistemas para prevenção da degradação e esgotamento dos recursos hídricos requerem a determinação do seu valor em termos sociais e econômicos, incorporando essas informações ao processo de tomada de decisão.

Sistemas de aproveitamento de fontes não potáveis para reduzir o consumo da água potável têm muitos benefícios ambientais associados (redução no consumo e custo de fornecimento da água, mitigação dos efluentes sanitários, etc.). No entanto, os benefícios nem sempre são calculados porque eles não são definidos corretamente, devido aos direitos de propriedade inadequados, à presença de externalidades e à falta de informação perfeita. Portanto, avaliação destes fatores são necessários para justificar um investimento adequado sobre o tema da avaliação econômica dos benefícios ambientais (FRANCESCO, H.S.; MARIA, M.S.; RAMÓM 2009).

Os principais itens para estimativa da análise da viabilidade econômica são: o custo e o período de retorno do investimento. Para estimar o período de retorno do investimento é necessário comparar o custo de sua implantação (R\$) com o ganho no período (economia gerada pela implantação de um determinado investimento durante um período). É importante analisar o impacto econômico na conta de água causado pela redução no consumo de água potável, considerando a estrutura tarifária da concessionária local para a edificação a ser estudada (MARIA, M.S.; FRANCESCO, H.S.; RAMÓM, S.G 2010).

4 METODOLOGIA

4.1 DESCRIÇÃO DO EMPREENDIMENTO DO ESTUDO

Foi escolhido para estudo de caso o Restaurante Central da Vale S.A., localizado no Complexo de Tubarão, município de Vitória - ES, (Figuras 3, 4 e 5).

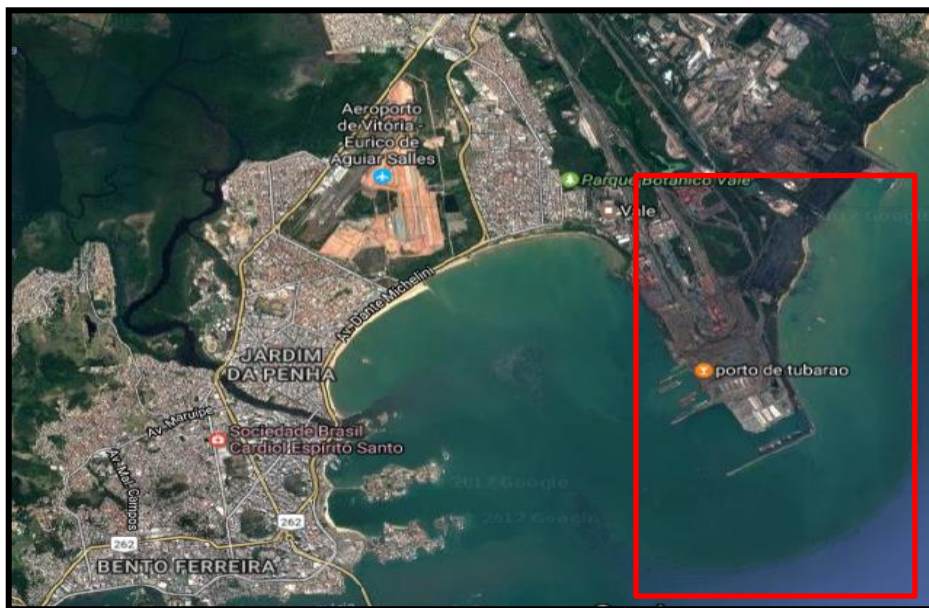


Figura 3 – Vista aérea da localização do Restaurante Central da Vale
Fonte: Google Earth (2018).



Figura 4 – Vista frontal do Restaurante Central da Vale
Fonte: Elaborado pelo autor (2018).



Figura 5 – Vista interna do Restaurante Central da Vale
Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

O Restaurante Central foi reinaugurado no ano 2007, possuindo uma área de cobertura de 7.521,3 m² e fornece em média 1.773.822,5 refeições por ano, conforme histórico de quantidade de refeições entre os anos 2016 e 2018 mostrado nas Tabelas 8, 9 e 10. A escolha pelo estudo no Restaurante Central partiu da ideia de propor soluções inovadoras para conservação e aproveitamento de água, uma vez que o mesmo apresenta alto consumo de água potável e não possui nenhuma prática de conservação e aproveitamento de água não convencional, como o aproveitamento de águas pluviais ou da água de condensação.

Tabela 8 – Quantidade de refeições fornecidas pelo Restaurante Central da Vale em 2016

ANO 2016	REFEIÇÕES RESTAURANTE CENTRAL			
	ALMOÇO	JANTAR	TOTALMÊS	MÉDIA DIÁRIA
JANEIRO	78.872	40.329	119.201	3.845,2
FEVEREIRO	84.235	43.315	127.550	4.398,3
MARÇO	108.228	61.627	169.855	5.479,2
ABRIL	104.796	61.495	166.291	5.543,0
MAIO	100.417	59.724	160.141	5.165,8
JUNHO	103.041	61.349	164.390	5.479,7
JULHO	65.870	34.009	99.879	3.221,9
AGOSTO	107.697	61.078	168.775	5.444,4
SETEMBRO	108.795	60.632	169.427	5.647,6
OUTUBRO	105.790	59.960	165.750	5.346,8
NOVEMBRO	106.631	59.858	166.489	5.549,6
DEZEMBRO	68.829	34.394	103.223	3.329,8

Fonte: Vale S.A. (2017).

Tabela 9 – Quantidade de refeições fornecidas pelo Restaurante Central da Vale em 2017

ANO 2017	REFEIÇÕES RESTAURANTE CENTRAL			
	ALMOÇO	JANTAR	TOTAL MÊS	MÉDIA DIÁRIA
JANEIRO	76.905	39.921	116.826	3.768,6
FEVEREIRO	81.714	40.856	122.570	4.377,5
MARÇO	106.260	60.471	166.731	5.378,4
ABRIL	103.204	60.076	163.280	5.442,7
MAIO	101.280	57.380	158.660	5.118,1
JUNHO	103.041	61.349	164.390	5.479,7
JULHO	73.897	32.512	106.409	3.432,5
AGOSTO	106.807	60.080	166.887	5.383,5
SETEMBRO	108.841	60.905	169.746	5.658,2
OUTUBRO	103.981	57.340	161.321	5.203,9
NOVEMBRO	106.653	61.664	168.317	5.610,6
DEZEMBRO	68.214	33.323	101.537	3.275,4

Fonte: Vale S.A. (2017).

Tabela 10 – Quantidade de refeições fornecidas pelo Restaurante Central da Vale em 2018

ANO 2018	REFEIÇÕES RESTAURANTE CENTRAL			
	ALMOÇO	JANTAR	TOTAL MÊS	MÉDIA DIÁRIA
JANEIRO	75.325	28.450	103.775	3.347,6
FEVEREIRO	80.227	41.690	121.917	4.354,2
MARÇO	105.984	59.872	165.856	5.350,2
TOTAL	261.535	130.012	391.548	

Fonte: Vale S.A. (2018).

O Restaurante Central possui uma população flutuante em torno de 4.900 usuários/dia e 198 servidores fixos, tendo uma jornada de trabalho distribuída para produção do almoço, lanche e jantar nos horários das 06h00 às 22h00.

A edificação possui 01 banheiro masculino, 01 banheiro feminino, 01 vestiário masculino e 01 vestiário feminino para atendimento dos usuários e servidores. Além das áreas de preparação da alimentação, preparação de lanches e limpeza de louças.

Para o abastecimento de água do Restaurante Central, há um reservatório com capacidade de 90 m³ (Figura 6), onde está instalado o hidrômetro principal, como mostram as Figuras 7 e 8.



Figura 6 – Vista superior do Complexo de Tubarão – Vale S.A.
Fonte: Gerência de Infraestrutura da Vale S.A. (2018).



Figura 7 – Vista do Hidrômetro Principal do Restaurante Central
Fonte: Vale S.A. (2018).



Figura 8 – Abrigo do Hidrômetro Principal
Fonte: Vale S.A. (2018).

Para garantir o conforto térmico aos seus usuários, o Restaurante Central possui um sistema de refrigeração composto por um conjunto de 8 unidades evaporadoras e condensadoras, marca Hitachi - modelo RVT/RTC, distribuídas ao longo da edificação (Figuras 9 e 10).



Figura 9 – Unidade Evaporadora
Fonte: Gerência de Infraestrutura da Vale S.A., (2018).



Figura 10 – Unidades Condensadoras
Fonte: Gerência de Infraestrutura da Vale S.A., (2018).

As águas residuárias do Restaurante Central são recolhidas pelo sistema de captação de esgoto principal e, a partir daí, são direcionadas por gravidade para a lagoa facultativa do Complexo de Tubarão, para tratamento do efluente, e logo após é reutilizada para limpeza de vias, umectação, etc.

A água de chuva é recolhida do telhado através de calhas, condutores verticais e condutores horizontais, e encaminhas a rede de drenagem pluvial, onde é descartada.

4.2 OBJETIVO ESPECÍFICO 1 – ANALISAR O POTENCIAL DE PRODUÇÃO DE DIFERENTES CORRENTES LÍQUIDAS DE ÁGUAS NÃO POTÁVEIS NA EDIFICAÇÃO COMO ALTERNATIVA PARA REDUÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA POTÁVEL

Para o objetivo específico 1 foi elaborado o diagnóstico do consumo de água do Restaurante Central da Vale. Para tanto, o estudo foi dividido em três etapas: 1) análise técnica inicial; 2) análise da demanda; e 3) análise da oferta do consumo de água na edificação. O Quadro 2 apresenta os estudos específicos a serem realizados.

Quadro 2 – Etapas para o estudo do gerenciamento dos recursos hídricos em edificações

Etapas	Principais Atividades	Produtos
Etapa 1 - Avaliação técnica inicial	<ul style="list-style-type: none"> Análise dos projetos (hidrossanitários e planta de cobertura), reuniões, e levantamento de campo. 	<ul style="list-style-type: none"> Análise da série histórica do consumo de água.
Etapa 2 - Avaliação da demanda de água	<ul style="list-style-type: none"> Análise de perdas físicas; Avaliação das vazões de água consumida nas atividades. 	<ul style="list-style-type: none"> Setorização do consumo de água. Análise quantitativa da demanda de água; Verificação de vazamentos nas instalações sanitárias;
Etapa 3 - Avaliação da Oferta de Água não potável	<ul style="list-style-type: none"> Estudo da oferta de águas de condensação; Estudo da oferta de águas de pluviais. Estudo da produção de águas cinzas e negras 	<ul style="list-style-type: none"> Análise quantitativa da oferta de água não potável disponível.

Fonte: FIESP/CIESP (2004).

4.2.1 Etapa 1 – Avaliação técnica inicial

Foram analisados os projetos hidrossanitários (plantas 1 a 4) e da planta de cobertura do refeitório, conforme as Figuras 11 e 12 (demais projetos estão nos Anexos A, B, C e D), além da realização de visitas técnicas e reuniões com os funcionários responsáveis pela manutenção e pelo preparo e manuseio dos alimentos.

Com base na análise dos projetos hidrossanitários foi possível quantificar os dispositivos convencionais existentes na edificação, bem como verificar o posicionamento das tubulações de água onde foram instalados os hidrômetros da medição setorizada. Ao avaliar a planta de cobertura, verificou-se a área de captação de água de chuva.

Para concluir a análise técnica inicial, foi levantada a série histórica de consumo de água potável na edificação. Os dados históricos referentes ao consumo foram armazenados em planilhas eletrônicas, conforme apresentado no Quadro 3.

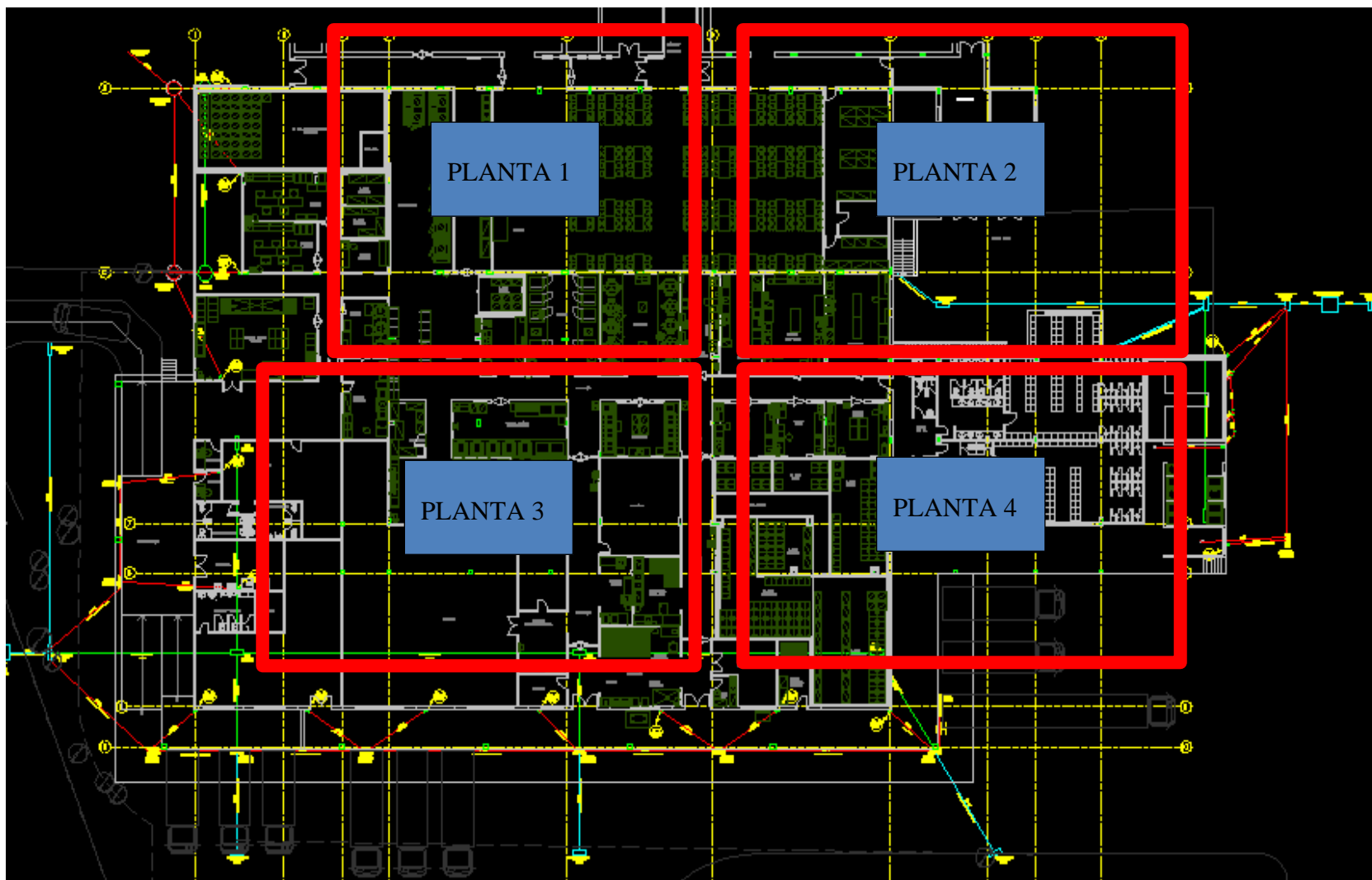


Figura 11 – Projeto Hidrossanitário - Planta Baixa 1 a 4 – Restaurante Central da Vale S.A.
Fonte: Vale S.A. (2017).

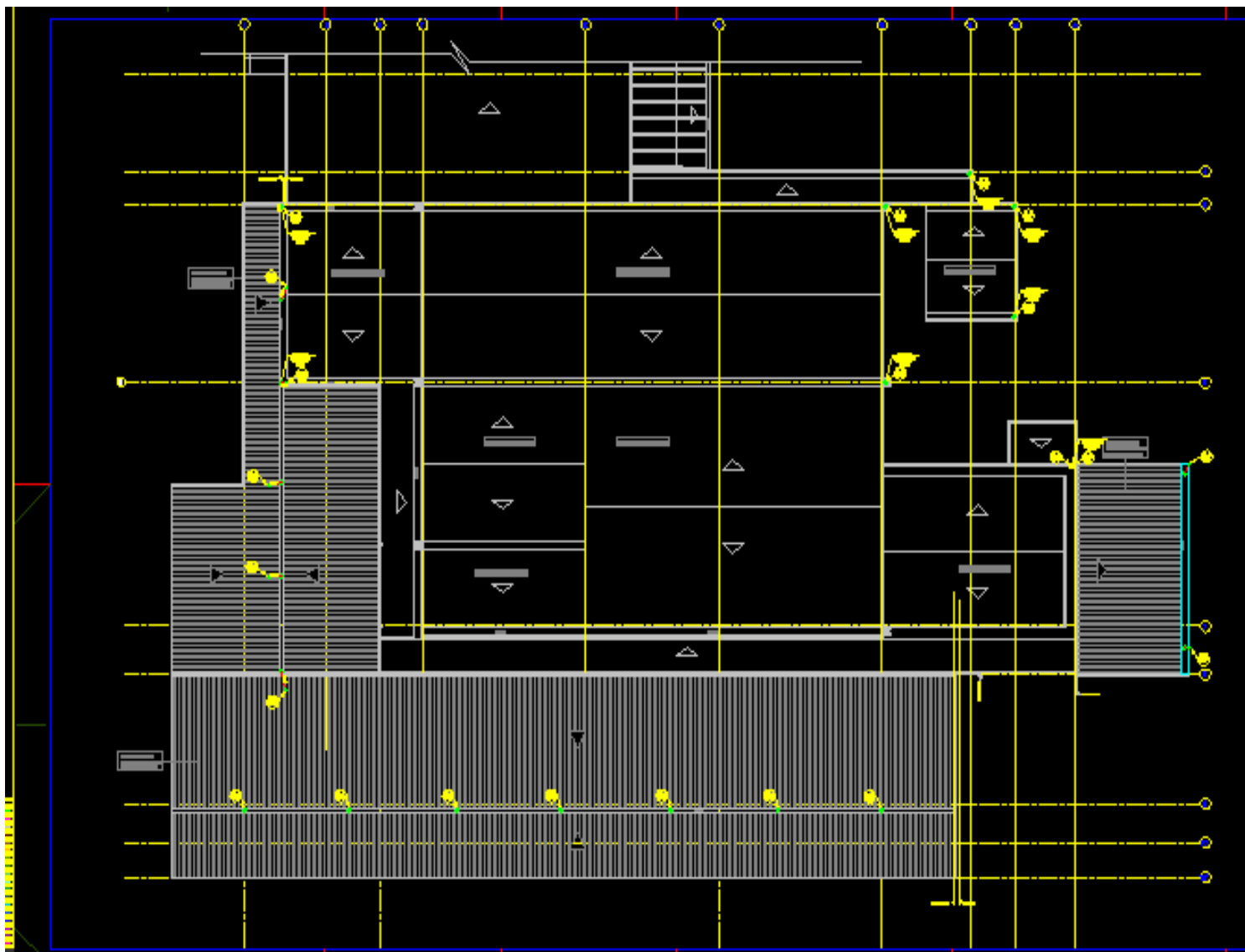


Figura 12 – Projeto Arquitetônico - Planta de Cobertura - Restaurante Central da Vale S.A.
Fonte: Vale S.A. (2017).

4.2.2 Etapa 2 – Avaliação da demanda de água

Nesta etapa, foram feitas identificações dos diferentes tipos de demandas encontradas para a quantificação do volume de consumo de água e das intervenções necessárias para otimização do consumo.

Foi realizada a setorização do consumo de água com a instalação de 8 medidores (hidrômetros), o que viabiliza a medição do volume realmente consumido. Esta medida é necessária para que cada setor consumidor de água controle o seu próprio consumo, detectando possíveis vazamentos através dos medidores.

Ao todo foram instalados 8 hidrômetros, marca LAO – modelo multijato magnético, para realização das leituras (setorização), conforme Quadro 10. As leituras foram diárias nos hidrômetros da medição setorizada (Figura 13) e no hidrômetro principal, por um período de quatro meses (setembro a dezembro de 2017 – antes na instalação dos dispositivos economizadores). Foram realizadas leituras por dois meses (fevereiro e março de 2018) após a instalação dos dispositivos economizadores), a fim de abranger os períodos de menores e maiores demandas, pois no mês de setembro há alta circulação de funcionários, enquanto no mês de dezembro há baixa ocupação no Restaurante Central, devido as férias dos empregados da empresa.

Os dados foram registrados no Quadro 4, de acordo com as seguintes periodicidades:

- Período de 120 dias (setembro a dezembro de 2017) a fim de identificar o consumo sem considerar a instalação de dispositivos economizadores.
- Período de 60 dias (fevereiro e março de 2018) a fim de identificar o consumo após instalação de dispositivos economizadores.



Figura 13 – Hidrômetros instalados no Restaurante Central
 Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

A equação (2) representa o cálculo do consumo com a preparação da alimentação e/ou o consumo com higiene pessoal.

$$C \text{ pre ou } C \text{ hig} = \sum (V \text{ pre mês ou } V \text{ hig no mês}) \times 1000 / N \text{ ref no mês} \quad (2)$$

Em que: C pre ou C hig = Cálculo do consumo com a preparação da alimentação (L/refeição) ou higiene pessoal (L/dia/pessoa); V pre mês ou V hig mês = Volume gasto com a preparação ou higiene pessoal no mês (m³); N ref no mês = Número de refeições servidas no mês.

Logo após a setorização foi realizada a medição de consumo para cada atividade (subárea), identificando a quantidade de água gasta. Por meio da avaliação e conhecimento da demanda de água de cada subárea foi obtido um diagnóstico das perdas e consumos exagerados ou normais.

Foi necessário nesta etapa identificar possíveis perdas físicas. As perdas são consequências de vazamentos ou ineficiência do sistema. Já o desperdício é devido à má utilização pelo usuário.

Para avaliação das perdas foram realizados testes nas bacias sanitárias (Figura 14), para averiguar a ocorrência de vazamentos. Os testes foram realizados com corante, durante um período de 5 dias e frequência de uma vez ao dia, utilizando uma caneta com tinta solúvel em água, onde foi traçado uma linha nas paredes

internas das bacias sanitárias com a caneta. Após um período 2 minutos verificou-se a presença ou ausência de vazamento, observando se a água proveniente dos furos de lavagem, que escorreu pelas paredes, alterou o traço feito pela caneta (ELEKTRO, 2018).



Figura 14 – Teste de vazamento em bacias sanitárias
Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

4.2.3 Etapa 3 – Avaliação da Oferta de Água não potável

A Etapa 3 consiste no estudo de oferta das águas pluviais e do sistema de condensação e na produção de águas cinza e negra.

4.2.3.1 Água pluvial

A estimativa do volume de água pluvial foi embasada nos valores de precipitações registradas na Estação Pluviométrica Vitória, pois apresenta um período de registro extenso, entre 1925 a 2017, além de estar atualmente em operação. Portanto dispõe de uma série que abrange um período de observações de 93 anos.

A Estação Pluviométrica Vitória é integrante da rede de monitoramento do INMET – Instituto Nacional de Meteorologia, apresentada no Quadro 5.

Quadro 5 – Estação Pluviométrica Utilizada

Estação Pluviométrica Vitória			
Código da Estação	Coordenadas geográficas		Responsável
	Latitude	Longitude	
83648	20°19'S	40°20'W	INMET

Fonte: INMET (2016).

A partir dos dados dos postos, foi possível calcular o acumulado mensal médio de chuva na região e identificar os meses de maior e menor oferta. Foi descartado o mês quando houve falha na série histórica.

A determinação do volume de água de chuva a ser coletada depende da área de captação e do coeficiente de escoamento superficial. Para isso, o projeto da planta de cobertura de águas pluviais indica uma área total da cobertura de 7.524,34 m² onde pretende-se captar a água da chuva. O tipo de revestimento da área de contribuição é telha cerâmica cujo coeficiente de escoamento superficial adotado é 0,8 (ABNT, 1989).

O coeficiente de escoamento superficial é a relação entre a vazão que escoar na superfície e o total precipitado (BAPTISTA; COELHO, 2003). Esse coeficiente retrata o grau de impermeabilização da superfície, por isso, varia conforme o tipo de uso do solo, como apresentado na Tabela 11.

Tabela 11 – Coeficientes de escoamento superficial

Característica da superfície	Coeficiente de escoamento superficial
Telhas corrugadas de metal	0,70 – 9,00
Telhas Cerâmicas	0,80 – 0,90
Pavimentação asfáltica	0,70 – 0,95
Pavimentação com paralelepípedo	0,70 – 0,85
Pavimentação em concreto	0,80 – 0,95
Gramados – terrenos arenosos	0,05 – 0,20

Fonte: Baptista e Coelho (2003).

Diante dos dados coletados foi possível calcular o potencial de oferta de água pluvial conforme a equação (3). Recomenda-se, ainda, o descarte da primeira chuva para eliminar os contaminantes encontrados na cobertura (fezes de passarinho, folhas, etc...) e impurezas devido a poluição atmosférica (partículas como sílica, alumínio, ferro, etc.). Para isso, foi descontado do volume total disponível de água pluvial o equivalente a 2 mm por m² de água de chuva (ABNT, 2007).

$$V_{of} = \left(\frac{CxAp}{1000} \right) - \left(\frac{2xA}{1000} \right) \quad (3)$$

Em que: V_{of} = Volume da Oferta de Água da Chuva (m³); C = Coeficiente de escoamento; A = Área de contribuição (m²); P = Precipitação (mm).

A precipitação foi calculada através da média aritmética dada por (4).

$$P \text{ média mensal, } i = \frac{\sum_{i=1}^{12} P \text{ mes, } i}{\text{Número de anos da série histórica}} \quad (4)$$

A equação (3) (volume da oferta) foi aplicada para cada precipitação média mensal encontrada.

4.2.3.2 Água de condensação

Inicialmente foi levantado o número de equipamentos de unidades condensadoras distribuídas ao longo de todo o Restaurante Central, e a Figura 15 ilustra o local de instalação do reservatório.



Figura 15 – Reservatório utilizado para medição e vazão das unidades condensadoras
Fonte: Elaborado pelo autor.

A Tabela 12 indica as dimensões do reservatório utilizado na medição de vazão através do método volumétrico. Os registros de vazão foram realizados durante oito dias consecutivos, sendo que cada dia foi monitorada somente uma unidade condensadora. O monitoramento ocorreu desde as 6h00 até às 22h00, respeitando o horário de funcionamento do Restaurante Central.

Tabela 12 – Dimensões do reservatório

Altura	0,94	m
Diâmetro	0,54	m
Raio	0,27	m
Área	0,23	m ²
Volume	0,21	m ³
Volume	210,00	Litros

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

A cada duas horas eram medidas as alturas da lâmina de água em três pontos do reservatório (Figura 16): na borda direita; na borda esquerda; e no centro. Para determinação do volume foi calculada a altura média da lâmina de água, e esse valor multiplicado pela área do reservatório. Os dados levantados foram inseridos em uma planilha eletrônica conforme Quadro 6.



Figura 16 – Aferição da altura de lâmina d'água com base no centro do reservatório
Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

A oferta de água de condensação foi calculada conforme (5).

$$Vof = \sum_{i=1}^8 Vuc \times QDM \quad (5)$$

Em que: Vof = volume da oferta de água de condensação (m^3); $\sum_{i=1}^8 Vuc$ = Vazão ofertada por cada unidade condensadora/dia; QDM = quantidade de dias no mês.

Quadro 6 – Planilha de medição de vazão através do método volumétrico

Unidade Condensadora	Data	Local	Tonelada refrigeração (TR)	Horário Início	Horário Final	Altura 1 (m)	Altura 2 (m)	Altura 3 (m)	Altura média (m)	Área (m ²)	Volume (m ³)	Volume (L)	Produção 1 TR (L/TR.d)
				06:00	08:00								
				08:00	10:00								
				10:00	12:00								
				12:00	14:00								
				14:00	16:00								
				16:00	18:00								
				18:00	20:00								
				20:00	22:00								

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Onde:

Data = Data da realização da medição;

Local = Local de instalação da unidade condensadora;

Tonelada refrigeração = Capacidade de geração de tonelada refrigeração informada pelo fabricante do equipamento;

Horário Início = Horário do início da medição;

Horário Final = Horário do final da medição;

Altura 1 = Altura da lâmina d'água com ponto de base na borda do galão;

Altura 2 = Altura da lâmina d'água com ponto de base no centro do galão;

Altura 3 = Altura da lâmina d'água com ponto de base na borda do galão;

Altura média = $(\text{Altura 1} + \text{Altura 2} + \text{Altura 3}) / 3$;

Área = Área do galão (0,23 m²);

Volume (m³) = (Área do galão) x (Altura) em m³

Volume (L) = (Área do galão) x (Altura) em L

Produção 1 TR (L.TR.d) = Volume em litros para produção de 1 tonelada refrigeração por dia para cada unidade condensadora.

4.2.3.3 *Água cinza e negra*

O Restaurante Central possui 02 banheiros (01 masculino e 01 feminino) e 02 vestiários (01 masculino e 01 feminino), possuindo 43 lavatórios, 8 mictórios, 37 bacias sanitárias e 10 chuveiros, perfazendo um total de 98 dispositivos hidrossanitários.

Para o desenvolvimento do estudo foi considerado que o produto de água cinza é o valor referente ao consumo de água potável nas pias do banheiro masculino, pias do banheiro feminino, pias e chuveiros do vestiário feminino e pias e chuveiros do vestiário masculino (ALEXANDRE; CASTRO; PESQUERO, 2013). Já as bacias sanitárias e mictórios produzem água negra.

Importante ressaltar que o objetivo desse estudo não é promover o reúso da água cinza ou negra, pois o processo de reúso requer tratamento adequado dessas fontes não potáveis (FIORI; FERNANDES, PIZZO; 2006). Fosse esse o objetivo, o estudo teria uma abrangência muito maior, pois seria necessária uma avaliação técnica detalhada, ou seja, dimensionamento de uma Estação de Tratamento de Água Cinza (ETAC), além da avaliação econômica para o sistema de reúso de água cinza e negra.

A avaliação da produção de água cinza e negra serve para o dimensionamento da capacidade de reservação de águas pluviais e de condensação, haja visto que essas fontes não potáveis são alternativas para substituir a água potável atualmente utilizada nas bacias sanitárias da edificação.

4.2.3.4 *Produção de água cinza e negra nos banheiros*

Foi instalado um hidrômetro no banheiro masculino (hidrômetro 01), e um no banheiro feminino (hidrômetro 02), porém, sob o ponto de vista construtivo na edificação, foi praticamente inviável a instalação de hidrômetro exclusivo para monitorar a vazão de água das bacias sanitárias, pias e chuveiros.

A produção de água cinza e negra foi estimada multiplicando-se o número de frequentadores nos banheiros pelos indicadores de consumo de água estimados por Gonçalves (2006). Portanto, considerou-se a bacia sanitária responsável por 6,5 litros por descarga e a pia 1 litro por uso (GONÇALVES, 2006).

Levantou-se o número de frequentadores referente ao mês de março de 2018, visto que é um período de ocupação normal da empresa. Neste período há poucos funcionários em férias, de acordo com os dados registrados no Anexo E. Foi adotada como premissa que cada pessoa que entrava no banheiro utilizava a bacia sanitária (ou mictório) e a pia uma vez. As equações (6) e (7) representam, respectivamente, a produção de água cinza e negra no banheiro masculino e feminino.

$$Qac\ m\ ou\ Qac\ f\ (m^3/dia) = 1\ (l/uso) \times N^o\ f\ (uso/dia) \times 1/1000 \quad (6)$$

Em que: Qac m ou Qac f = Vazão de água cinza produzida no banheiro masculino ou feminino; 1 (l/uso) = 1 litro por uso; N^o f= número de frequentadores.

$$Qan\ m\ ou\ Qan\ f\ (m^3/dia) = 6,5\ (l/uso) \times N^o\ f\ (uso/dia) \times 1/1000 \quad (7)$$

Em que: Qan m ou Qan f = Vazão de água negra produzida no banheiro masculino ou feminino; 6,5 (l/uso) = 6,5 litros por uso; N^o f= número de frequentadores.

4.2.3.5 *Produção de água cinza e negra nos vestiários*

Para a produção de água negra e cinza dos vestiários foi aplicada a mesma metodologia do item acima, ou seja, levantando a quantidade de frequentadores do vestiário masculino e feminino e multiplicando-se pelos os indicadores de consumo de água estimados por Gonçalves (2006).

Considerou-se nas estimativas das vazões de água negra e água cinza produzidas no vestiário os valores de: 6,5 l/descarga em bacias sanitárias, 1 l/uso em pias e 5,5 l/uso em chuveiros (GONÇALVES, 2006).

As equações (8) e (9) representam a produção de água cinza, e a equação (10) representa a produção de água negra nos vestiários masculino e feminino.

$$Qac\ vm\ ou\ Qac\ vf\ (m^3/dia) = 1\ (l/uso) \times N^o\ f\ (uso/dia) \times 1/1000 \quad (8)$$

Em que: $Qac\ vm$ ou $Qac\ vf$ = Vazão de água cinza produzida no vestiário masculino ou feminino; 1 (l/uso) = 1 litro por uso; $N^o\ f$ = número de frequentadores.

$$Qac\ vm\ ou\ Qac\ vf\ (m^3/dia) = 5,5\ (l/uso) \times N^o\ f\ (uso/dia) \times 1/1000 \quad (9)$$

$$Qac\ vm\ ou\ Qac\ vf\ (m^3/dia) = 5,5\ (l/uso) \times N^o\ f\ (uso/dia)(uso/dia) \times 1/1000 \quad (9)$$

Em que: $Qac\ vm$ ou $Qac\ vf$ = Vazão de água cinza produzida no vestiário masculino ou feminino; 5,5 (l/uso) = 5,5 litros por uso; $N^o\ f$ = número de frequentadores.

$$Qac\ vm\ ou\ Qac\ vf\ (m^3/dia) = 6,5\ (l/uso) \times N^o\ f\ (uso/dia) \times 1/1000 \quad (10)$$

$$Qan\ vm\ ou\ Qan\ vf\ (m^3/dia) = 6,5\ (l/uso) \times N^o\ f\ (uso/dia)(uso/dia) \times 1/1000 \quad (10)$$

Em que: $Qan\ vm$ ou $Qan\ vf$ = Vazão de água negra produzida no vestiário masculino ou feminino; 6,5 (l/uso) = 6,5 litros por uso; $N^o\ f$ = número de frequentadores.

4.3 OBJETIVO ESPECÍFICO 2 – REALIZAR O BALANÇO HIDRICO DO RESTAURANTE CENTRAL, CONSIDERANDO AS ENTRADAS E SAÍDAS DE ÁGUA DA EDIFICAÇÃO EM ESTUDO

O balanço hídrico é uma ferramenta elaborada a partir do computo das entradas e saídas de água de um sistema durante determinado período, tendo como princípio o balanço de massa, ou balanço material. Nesse, a soma dos fluxos de entrada deve ser igual à soma dos fluxos de saída.

A aplicação do método do Balanço Hídrico Reconciliado (BHR), desenvolvida pela Teclim, da Universidade Federal da Bahia, tem como objetivo reduzir os erros amostrais com as coletas de dados das vazões medidas através da setorização (leitura dos hidrômetros), registros teóricos, experiências de campo ou com estimativas com base na literatura. Essa metodologia propõe a atribuição de graus

de confiabilidade para os dados de vazão, ou seja, para cada técnica utilizada na obtenção do dado será atribuído um valor que irá representar o seu nível de incerteza (FREIRE, 2011).

A metodologia para o desenvolvimento do BHR descrita por Fontana et al. (2005), e Martins et al. (2010), foi adaptada para o Restaurante Central da Vale S.A. e, segundo Freire (2011), divide-se em seis etapas, como detalhado a seguir.

4.3.1 Mapeamento dos pontos de consumo de água

Após o estudo do consumo de água e a produção de diferentes correntes líquidas no Restaurante Central, conforme item 4.2, foram estabelecidos os valores das vazões de entrada e saída do sistema.

4.3.2 Fluxograma de processo do balanço hídrico

A partir da identificação das correntes aquosas de entrada e saída, foi elaborado o fluxograma de processo, indicando as vazões de cada tipo de entrada e saída de água (Figura 17).

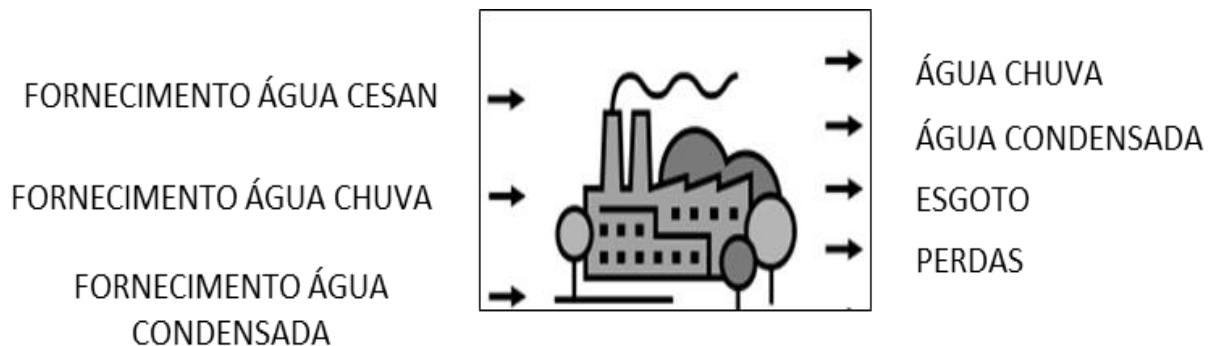


Figura 17– Balanço Global - Principais correntes de entrada e saída de água
Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

4.3.3 Medição ou estimativa das vazões e a definição da Qualidade da Informação (QI)

Devido às incertezas dos dados das vazões, foram atribuídos valores para a qualidade da informação, variando de 0,4 a 10 para cada corrente aquosa de entrada e saída do Restaurante Central. A nota mínima (0,4) se refere a uma estimativa grosseira e a nota máxima (10) foi atribuída nos casos em que existe sistema de medição preciso, conforme a Quadro 7 (FREIRE et al., 2010).

Quadro 7 – Atribuição de valores para a qualidade de informação (QI) das vazões consideradas no balanço hídrico

QI – QUALIDADE DA INFORMAÇÃO	FONTE DA INFORMAÇÃO
0,4 - IPC (Pouco Confiável)	Estimativa grosseira sem muita consistência.
2,0 - ICB (Nível de Confiança Baixo)	Literatura existente, projetos antigos e simulações.
4,0 - ICM (Nível de Confiança Médio)	Experiência de campo e estimativa confiável a partir de medições existentes e informações de operadores do sistema.
10,0 - ICA (Nível de Confiança Alto)	Hidrômetros instalados. Apesar de não estarem calibrados foi a melhor fonte disponível. Os dados foram tratados estatisticamente para retirada dos espúrios.

Fonte: Freire et al. (2011).

4.3.4 A reconciliação dos dados do BH a partir da formulação típica de Crowe

A reconciliação de dados propõe novos valores de vazões que possam satisfazer as equações de balanço de massa através de técnicas de otimização matemática que reduzem a diferença entre os valores de vazão originais e reconciliados (OLIVEIRA, 2011).

Na equação (11) está representada a expressão da função objetivo do problema de reconciliação quando há redundância de dados, e na equação (12) estão as restrições de igualdade equivalentes ao balanço de massa global do volume de controle avaliado.

$$\min \sum_{i=1}^N \frac{(V_{Ri} - V_{Mi})^2}{\sigma_i^2} \quad (11)$$

$$\sum_{l=1}^L (V_{Ri_{in}}) - \sum_{m=1}^M (V_{Ri_{out}}) = 0 \quad j = 1, \dots, J \quad (12)$$

Em que: i = correntes (unidade adimensional); σ = incerteza associada à medição (unidade adimensional); V_{Ri} = vazões reconciliadas (m^3/ano); V_{Mi} = vazões medidas (m^3/ano); i_{in} = correntes de entradas (unidade adimensional); i_{out} = correntes de saídas (unidade adimensional); N = número total de correntes envolvidas (unidade adimensional); L = correntes de entrada; j = cada unidade; J = quantidades de unidades.

Martins et al. (2010) propuseram, para sistemas sem redundância de dados medidos, uma nova formulação da função objetivo de Crowe, como mostra a equação (13). Considerando a QI inversamente proporcional a variância, como é apresentada na equação (9), onde M_i representa correntes mapeadas que podem ser tanto medidas como estimadas.

$$\min \sum_{i=1}^N \frac{(V_{Ri} - V_{Mi})^2}{V_{Mi}^2} \cdot QI_i^2 \quad (13)$$

Em que: i = correntes (unidade adimensional); V_{Ri} = vazões reconciliadas (m^3/ano); V_{Mi} = vazões medidas (m^3/ano); N = número total de correntes envolvidas (unidade adimensional); QI_i = qualidade da informação (unidade adimensional).

Para a reconciliação das vazões do balanço hídrico foi utilizado a ferramenta *Solver* do MSeExcel®, como ilustrado na Figura 18.

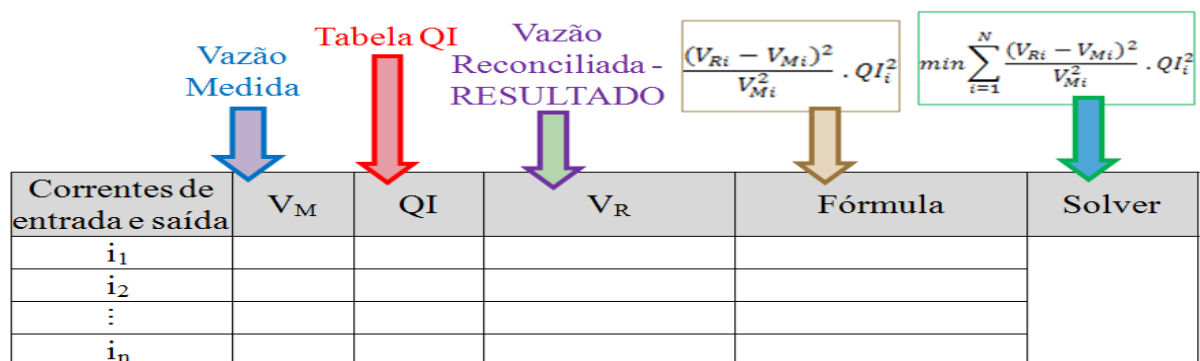


Figura 18 – Planilha Solver MSeExcel®
Fonte: Guzzo (2018).

4.3.5 Análise e interpretação dos dados para validação do Balanço Hídrico Reconciliado (BHR)

A validação dos resultados do BHR foi determinada pela análise das relações entre as vazões reconciliadas e das, (Equações 14 e 15).

$$Diferença = V_{Ri} - V_{Mi} \quad (14)$$

$$Desvio das vazões (\%) = \frac{100 (V_{Ri} - V_{Mi})}{V_{Ri}} \quad (15)$$

4.3.6 Melhoria da QI

A atribuição da Qualidade de Informação (QI) é uma forma de melhorar a obtenção de dados. A definição da escala de valores e critérios de QI é um exercício constante nos projetos para melhorar a distribuição de incertezas e aplicar a reconciliação de dados.

As vazões iniciais reconciliadas foram comparadas com as vazões mapeadas. Quando se encontrou grandes diferenças, foram calculadas novas vazões reconciliadas alterando os valores de QI. Deste modo, várias vazões foram geradas, até se obter valores aceitáveis quando comparadas às vazões medidas. Considerou-se tolerável desvios abaixo de 2%.

4.4 OBJETIVO ESPECÍFICO 3 – VERIFICAR A VIABILIDADE TÉCNICA PARA INSTALAÇÃO DOS DISPOSITIVOS ECONOMIZADORES DE ÁGUA E PARA CAPTAÇÃO DE DIFERENTES FONTES ALTERNATIVAS DE ÁGUAS NÃO POTÁVEIS (ÁGUA DE CHUVA E CONDENSAÇÃO)

Para o objetivo específico 3, foi realizada a instalação dos dispositivos economizadores e análise de viabilidade técnica visando a implantação de sistemas para aproveitamento de água de chuva e de condensação.

4.4.1 Instalação dos dispositivos economizadores

Os equipamentos hidráulicos de alto consumo foram substituídos por dispositivos economizadores mais adequados ao tipo de funcionamento do Restaurante Central. Feito isso, foram realizadas as leituras nos hidrômetros da medição setorizada por um período de 60 dias, conforme descrito no item 4.2.2.

As vazões de água referente aos meses de fevereiro e março de 2017 (Hidrômetro Principal - CESAN) foram comparadas com os consumos dos meses de fevereiro e março de 2018 (medição setorizada), ou seja, antes e após da instalação dos dispositivos economizadores.

4.4.2 Análise técnica do sistema de aproveitamento de água de chuva e de condensação

Nesta etapa foi desenvolvido o dimensionamento do sistema de reservação e bombeamento da água de chuva e condensação, cujo objetivo é tornar exequível o aproveitamento de águas pluviais e condensadas, quantificando os itens a serem previstos, fundamentais para o desenvolvimento do objetivo específico 4.

Não foram dimensionados elementos hidráulicos como calhas, condutores verticais/horizontais, caixas de areia e demais itens por ser tratar de projeto detalhado, cujo escopo não está inserido nessa pesquisa.

A oferta da água de condensação foi somada com a oferta de água de chuva resultando em um único reservatório para ambas fontes de água não potáveis da edificação.

4.4.2.1 Dimensionamento do reservatório

Para o dimensionamento do reservatório foi utilizado o Método da Simulação, conforme NBR 15527 (ABNT, 2007). O motivador para utilizar esse método é uma melhor confiança na eficiência do sistema, onde é estabelecida como a relação entre

o período em que o reservatório atende à demanda e o período total investigado. Ademais o método da simulação avalia o percentual do tempo em que a demanda é atendida com um determinado volume de reservatório.

Para o Método da Simulação, são estabelecidos os seguintes critérios:

- Volume do reservatório estará vazio inicialmente;
- Intervalo de tempo foi mensal;
- Coeficiente de escoamento superficial: 0,8.

As equações (16), (17) e (18) representam o método, para um determinado mês. Através dele, aplica-se a equação da continuidade a um reservatório finito:

$$S(t) = Q(ta + tc) + S(t-1) - D(t) \quad (16)$$

$$Q(ta + tc) = C \times \text{precipitação da chuva}(t) \times \text{área de captação} \quad (17)$$

$$Q(ta + tc) = \text{determinada pelo método da simulação} \quad (18)$$

Sendo que: $0 \leq S(t) \leq V$

Em que: $S(t)$ é o volume de água no reservatório no tempo t , expresso em metros cúbicos (m^3); $S(t-1)$ é o volume de água no reservatório no tempo $t - 1$, expresso em metros cúbicos (m^3); $Q(t)$ é o volume de chuva no tempo t , expresso em metros cúbicos (m^3); $D(t)$ é o consumo ou demanda no tempo t , expressa em metros cúbicos (m^3); V é o volume do reservatório fixado, expresso em metros cúbicos (m^3); C é o coeficiente de escoamento superficial.

4.5 OBJETIVO ESPECÍFICO 4 – ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA DA INSTALAÇÃO DOS DISPOSITIVOS ECONOMIZADORES DE ÁGUA E DO USO DAS FONTES ALTERNATIVAS DE ÁGUAS NÃO POTÁVEIS (ÁGUA DE CHUVA E CONDENSAÇÃO)

Para o objetivo específico 4 foi elaborado um estudo dos custos de fornecimento de água, implantação dos dispositivos economizadores e dos sistemas de aproveitamento de água de chuva e de condensação. Para tanto, três cenários foram estudados, conforme apresentado no Quadro 8.

Quadro 8 – Descrição dos cenários propostos

CENÁRIOS	DESCRIÇÃO
Cenário 1 (atual)	<ul style="list-style-type: none"> • Custo de fornecimento da água considerando o consumo atual do Restaurante Central, ou seja, sem a instalação de dispositivos economizadores e sem a implantação do aproveitamento de água de chuva e de condensação.
Cenário 2 (futuro)	<ul style="list-style-type: none"> • Custo de fornecimento da água considerando o consumo do Restaurante Central com a implantação de dispositivos economizadores. • Custo da implantação dos dispositivos economizadores. • Tempo de retorno do investimento.
Cenário 3 (futuro)	<ul style="list-style-type: none"> • Custo de fornecimento da água considerando o consumo do Restaurante Central com a implantação de dispositivos economizadores e oferta de água de chuva e de condensação. • Custo da implantação dos dispositivos economizadores, sistemas de captação de água de chuva e de condensação. • Tempo de retorno do investimento.

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

4.5.1 Estudo de viabilidade econômica do Cenário 01

Para obter o custo anual de fornecimento de água foi multiplicado o consumo médio anual pelo preço unitário da água fornecida pela concessionária local (CESAN), como apresentado na equação (19). Segundo a equipe de infraestrutura da Vale S.A., a tarifa para fornecimento de água da CESAN é R\$ 7,45/m³.

$$Ca1 = Q \times Pu \quad (19)$$

Em que: Ca1 – custo anual de fornecimento de água pela CESAN (R\$/ano); Q – vazão de consumo médio anual (m³/ano); Pu – tarifa de fornecimento da água CESAN (R\$/m³);

- **Custo de implantação:**

Não foi calculado o custo de implantação, pois o sistema de captação e distribuição de água é existente.

4.5.2 Estudo de viabilidade econômica do Cenário 02

Para obter o custo anual de fornecimento água, considerando-se o consumo do Restaurante Central com a implantação de dispositivos economizadores, multiplicou-se o novo consumo médio anual pelo preço unitário da água fornecida pela concessionária local (CESAN), conforme apresentado na Equação 20.

$$Ca2 = Qmd \times Pu \quad (20)$$

Em que: Ca2 – custo anual de fornecimento de água pela CESAN após implantação dos dispositivos economizadores (R\$/ano); Qmd – vazão de consumo médio anual após a implantação dos dispositivos (m³/ano); Pu – tarifa de fornecimento da água CESAN (R\$/m³);

O custo de implantação dos dispositivos foi obtido somando-se o seu valor de compra com o valor da montagem (mão de obra), conforme a Equação 21 e Quadro 9:

$$Ci = Vc + Vm \quad (21)$$

Em que: Ci – custo de implantação (R\$/ano); Vc – valor de compra do dispositivo (R\$); Vm – valor de montagem do dispositivo (R\$);

4.5.3 Estudo de viabilidade econômica do Cenário 03

Para obter o custo anual de fornecimento de água, considerando o consumo do Restaurante Central com a implantação de dispositivos economizadores, reservação de água de chuva e de condensação, multiplicou-se o novo consumo médio anual pelo preço unitário da água fornecida pela concessionária local (CESAN), conforme apresentado na Equação 22.

$$Ca3 = Qmcc \times Pu \quad (22)$$

Em que: Ca3 – custo anual com fornecimento de água, após implantação dos dispositivos economizadores e sistemas de água de chuva e condensação (R\$/ano); Qmcc – vazão de consumo médio anual após a implantação dos sistemas de reservação de água de chuva, condensação e dispositivos economizadores (m³/ano); Pu - tarifa de fornecimento da água CESAN (R\$/m³);

O custo de implantação dos dispositivos economizadores e do sistema de reservação de água de chuva e de condensação, foram obtidos somando-se o valor

de compra dos materiais e equipamentos com o valor da montagem (mão de obra), conforme a Equação 23, Quadro 9 e Quadro 10:

$$Ci = Vcme + Vm \quad (23)$$

Em que: Ci - custo de implantação (R\$); Vcme - valor de compra dos materiais e equipamentos (R\$); Vm - valor de montagem dos materiais e equipamentos (R\$).

4.5.4 Tempo de retorno do investimento

O tempo de retorno (*payback*), para os cenários 02 e 03, foi calculado conforme apresentado na Equação 24.

$$Tr = \frac{Ct}{G} \quad (24)$$

Em que: Tr – tempo de retorno (anos); Ct – custo total do investimento (R\$); G – ganho no período (R\$ / tempo);

Quadro 9 – Custo de mão de obra e materiais para instalação dos dispositivos economizadores

CUSTO DE AQUISIÇÃO DOS DISPOSITIVOS ECONOMIZADORES				
Tipo de dispositivo	Quantidade	Unidade	Valor unitário (R\$)	Total (R\$)
TOTAL AQUISIÇÃO				

CUSTO DA MÃO DE OBRA PARA INSTALAÇÃO DOS DISPOSITIVOS ECONOMIZADORES				
Função	Quantidade	Unidade	Valor unitário (R\$ / hora)	Total (R\$)
TOTAL MÃO DE OBRA				
TOTAL GERAL				

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Quadro 10 – Custo de mão de obra e materiais para instalação do sistema de armazenamento e bombeamento de água de chuva / água condensada e dispositivos economizadores.

CUSTO DE MÃO DE OBRA PARA INSTALAÇÃO DO SISTEMA DE ARMAZENAMENTO DE ÁGUA CHUVA, ÁGUA DE CONDENSAÇÃO E DISPOSITIVOS ECONOMIZADORES				
Função	Quantidade	Unidade	Valor unitário (R\$ / hora)	Total (R\$)
TOTAL MÃO DE OBRA - ÁGUA DE CHUVA / CONDENSAÇÃO E DISPOSITIVOS ECONOMIZADORES				

Materiais	Quantidade	Unidade	Valor unitário (R\$)	Total (R\$)
TOTAL MATERIAIS E EQUIPAMENTOS - ÁGUA DE CHUVA / CONDENSAÇÃO E DISPOSITIVOS ECONOMIZADORES				
TOTAL GERAL - AGUA DE CHUVA E CONDENSAÇÃO				

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Ao final foi elaborado um comparativo entre os três cenários estudados (cenário 01, cenário 02 e cenário 03), conforme Quadro 11:

Quadro 11– Análise econômica - comparativo entre os cenários: 01, 02 e 03

COMPARATIVO ENTRE OS CENÁRIOS: 01, 02 e 03.				
	CUSTO DE IMPLANTAÇÃO (R\$)	CUSTO DE FORNECIMENTO DE ÁGUA (R\$ / ANO)	GANHO NO PERÍODO (R\$ / ANO)	TEMPO DE RETORNO (meses)
CENÁRIO 01				
CENÁRIO 02				
CENÁRIO 03				

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 OBJETIVO ESPECÍFICO 1 – ANALISAR O POTENCIAL DE PRODUÇÃO DE DIFERENTES CORRENTES LÍQUIDAS DE ÁGUAS POTÁVEIS NA EDIFICAÇÃO COMO ALTERNATIVA PARA REDUÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA POTÁVEL

5.1.1 Avaliação técnica inicial

5.1.1.2 Análise da série histórica do consumo de água

O Restaurante Central é abastecido pela água da Companhia Espírito Santense de Saneamento (CESAN), apresentando consumo médio anual de água potável equivalente a 60.648,00 m³, referente aos anos de 2016 e 2017 (Tabelas 13 e 14).

O consumo diário de água varia conforme a quantidade de refeições servidas por dia e o fluxo de pessoas, dado em (L/refeição). Verifica-se que os consumos são menores nos meses de janeiro, fevereiro, julho e dezembro (Tabelas 13 e 14), e isto é devido ao período de férias dos funcionários da empresa.

Tabela 13 – Histórico do consumo de água do Restaurante Central da Vale S.A., hidrômetro principal.

Mês / ano	Data Leitura Atual	Data Leitura Anterior	Vazão Atual (m ³)	Vazão Anterior (m ³)	Vazão de consumo mês (m ³)	Dias de Consumo	Consumo Médio (l.dia)	Quantidade de refeições por dia (ref/dia)	Indicador (l/dia/refeições)
JANEIRO / 2016	31/01/2016	01/01/2016	25767,00	21674,00	4093,00	31	132032,26	3845,19	34,34
FEVEREIRO / 2016	29/02/2016	01/02/2016	30167,00	25767,00	4400,00	29	151724,14	4398,28	34,50
MARÇO / 2016	31/03/2016	01/03/2016	36012,00	30167,00	5845,00	31	188548,39	5479,19	34,41
ABRIL / 2016	30/04/2016	01/04/2016	41754,00	36012,00	5742,00	30	191400,00	5543,03	34,53
MAIO / 2016	31/05/2016	01/05/2016	47273,00	41754,00	5519,00	31	178032,26	5165,84	34,46
JUNHO / 2016	30/06/2016	01/06/2016	52932,00	47273,00	5659,00	30	188633,33	5479,67	34,42
JULHO / 2016	31/07/2016	01/07/2016	56348,00	52932,00	3416,00	31	110193,55	3221,90	34,20
AGOSTO / 2016	31/08/2016	01/08/2016	62132,00	56348,00	5784,00	31	186580,65	5444,35	34,27
SETEMBRO / 2016	30/09/2016	01/09/2016	67961,00	62132,00	5829,00	30	194300,00	5647,57	34,40
OUTUBRO / 2016	31/10/2016	01/10/2016	73643,00	67961,00	5682,00	31	183290,32	5346,77	34,28
NOVEMBRO / 2016	30/11/2016	01/11/2016	79356,00	73643,00	5713,00	30	190433,33	5549,63	34,31
DEZEMBRO / 2016	31/12/2016	01/12/2016	82900,00	79356,00	3544,00	31	114322,58	3329,77	34,33
TOTAL ANO 2016					61.226,00		2.009.490,80		

Fonte: Vale S.A. (2018)

Tabela 14 – Histórico do consumo de água do Restaurante Central da Vale S.A., hidrômetro principal.

Mês / ano	Data Leitura Atual	Data Leitura Anterior	Vazão Atual (m³)	Vazão Anterior (m³)	Vazão de consumo mês (m³)	Dias de Consumo	Consumo Médio (l.dia)	Quantidade de refeições por dia (ref/dia)	Indicador (l/dia/refeições)
JANEIRO / 2017	31/01/2017	01/01/2017	86855,00	82900,00	3955,00	31	127580,65	3768,58	33,85
FEVEREIRO / 2017	28/02/2017	01/02/2017	90779,00	86855,00	3924,00	28	140142,86	4377,50	32,01
MARÇO / 2017	31/03/2017	01/03/2017	96281,00	90779,00	5502,00	31	177483,87	5378,42	33,00
ABRIL / 2017	30/04/2017	01/04/2017	101803,00	96281,00	5522,00	30	184066,67	5442,67	33,82
MAIO / 2017	31/05/2017	01/05/2017	107364,00	101803,00	5561,00	31	179387,10	5118,06	35,05
JUNHO / 2017	30/06/2017	01/06/2017	112978,00	107364,00	5614,00	30	187133,33	5479,67	34,15
JULHO / 2017	31/07/2017	01/07/2017	115934,00	112978,00	2956,00	31	95354,84	3432,55	27,78
AGOSTO / 2017	31/08/2017	01/08/2017	121852,00	115934,00	5918,00	31	190903,23	5383,45	35,46
SETEMBRO / 2017	30/09/2017	01/09/2017	127741,00	121852,00	5889,00	30	196300,00	5658,20	34,69
OUTUBRO / 2017	31/10/2017	01/10/2017	133682,00	127741,00	5941,00	31	191645,16	5203,90	36,83
NOVEMBRO / 2017	30/11/2017	01/11/2017	139302,00	133682,00	5620,00	30	187333,33	5610,57	33,39
DEZEMBRO / 2017	31/12/2017	01/12/2017	142970,00	139302,00	3668,00	31	118322,58	3275,39	36,12
TOTAL ANO 2017					60.070,00		1.975.653,61		

Fonte: Vale S.A. (2018).

A partir dos dados fornecidos pela Vale S.A. (Tabelas 13 e 14) foi possível relacionar, durante o período de 2016 e 2017, os consumos médios diários de água (167.457,5 L/dia e 164.637,8 L/dia) e a quantidade média de refeições servidas (4.871 e 4.844 refeições/dia) (Gráficos 5 e 6).

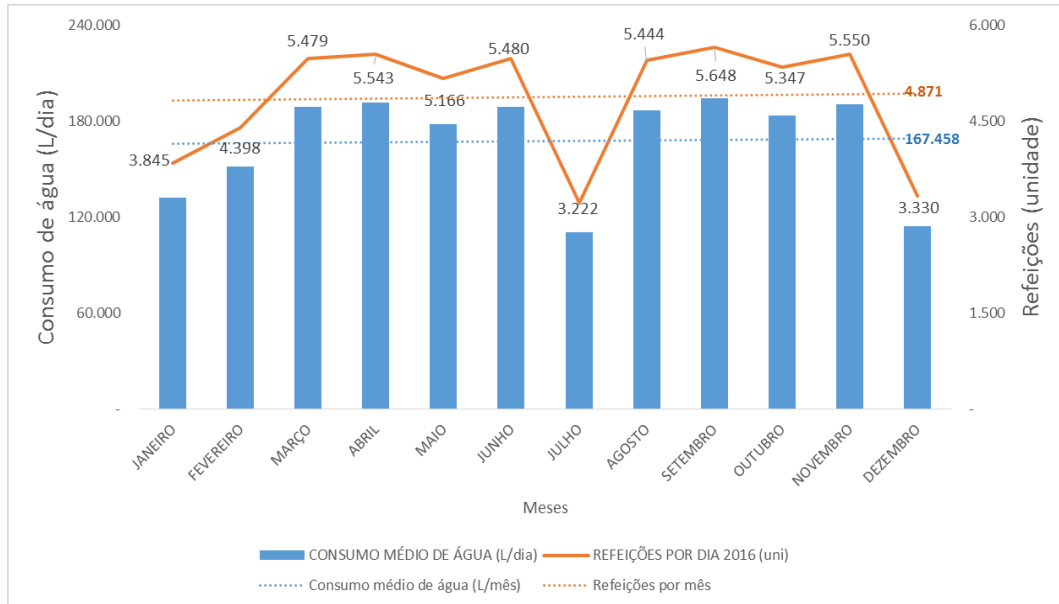


Gráfico 5 – Consumo de água potável e quantidade de refeições por dia – 2016
Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

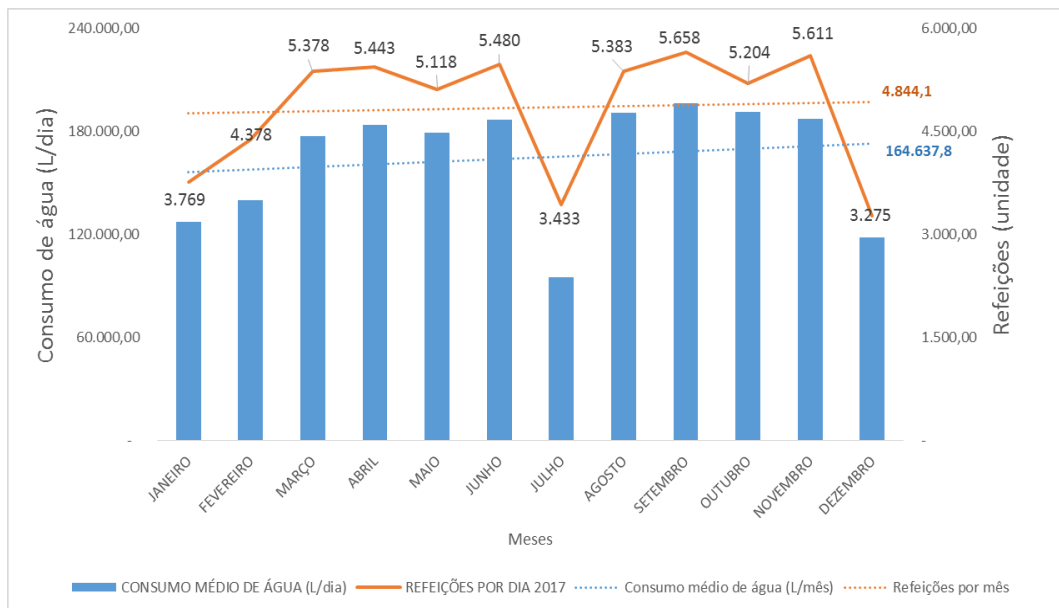


Gráfico 6 – Consumo de água potável e quantidade de refeições por dia – 2017
Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Observa-se que houve uma mesma tendência no consumo de água e na quantidade de refeições do Restaurante Central entre os anos de 2016 e 2017 (Gráficos 7 e 8), sendo em média 34 L/refeição.

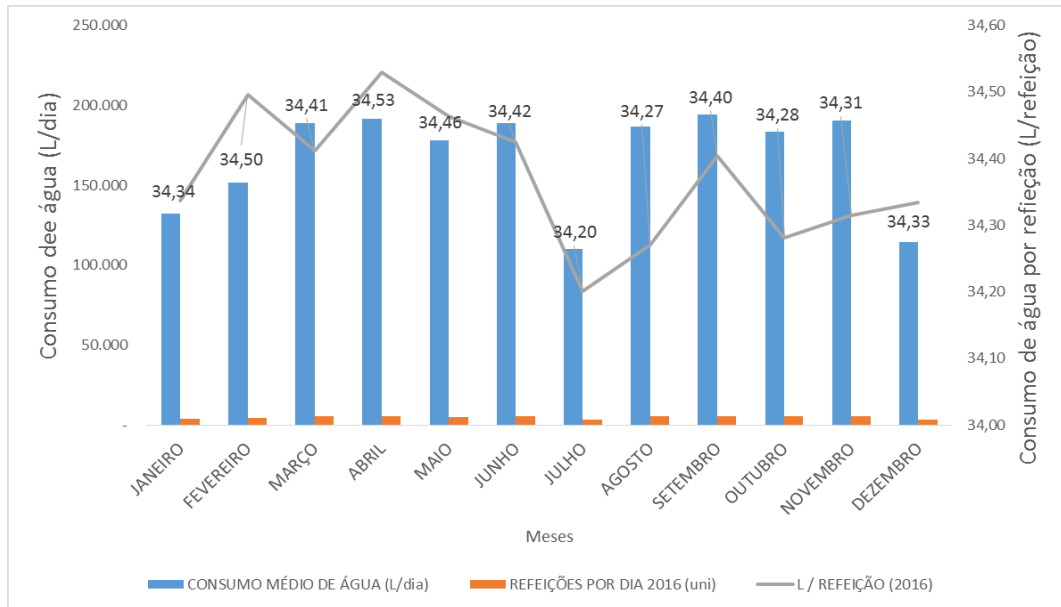


Gráfico 7 – Consumo de água potável por dia e quantidade de refeições – 2016
 Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

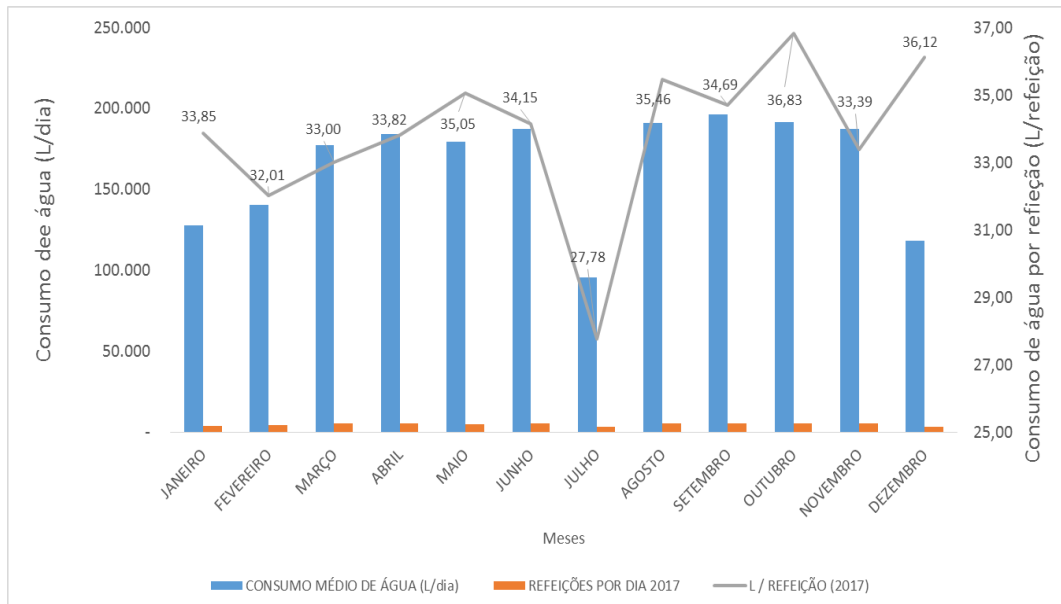


Gráfico 8 – Consumo de água potável por dia e quantidade de refeições – 2017
 Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Destaca-se que os consumos médios de água por refeição apresentados não são similares quando comparamos ao estudo elaborado por Beal, Santos e Avaci (2012), que avaliou 22 restaurantes industriais na cidade de Cascavel – PR (Tabela 15).

Tabela 15 – Consumo L/refeição em 22 restaurantes de Cascavel-PR

Amostra	Área (m ²)	Consumo de água (m ³)	Nº de refeições servidas
1	100	27	720
2	200	100	12500
3	180	38	4800
4	85	45	1200
5	96	52	4320
6	65	20	660
7	200	63	2220
8	250	90	10125
9	225	95	10800
10	150	28	3645
11	95	45	2120
12	80	30	1800
13	100	37	3240
14	110	25	880
15	120	31	2700
16	220	50	3500
17	90	18	2160
18	65	30	1235
19	250	35	3780
20	150	45	2710
21	50	32	1575
22	80	32	1620

Fonte: Beal, Santos e Avaci (2012).

Observando a Tabela 15, verifica-se que o consumo médio de água produzida pelos restaurantes avaliados é de 44 m³/mês, sendo que a relação entre número de refeições servidas por dia e o consumo de água médio resultou em 12,4 L/refeição, o que está abaixo do valor apresentado no Restaurante Central da Vale, ou seja, 34 L/refeição, consumo médio de 5.054 m³/mês.

5.1.2 Avaliação do consumo de água

O consumo de água foi realizado através de análise quantitativa com a instalação dos dispositivos economizadores de água ideais ao consumo setorizado. As tabelas dos Anexos F, G, H I mostram, detalhadamente, os resultados obtidos diariamente

com o consumo segregado de água potável referente aos meses de setembro a dezembro de 2017. Na Tabela 16 estão apresentados os resumos das medições para os meses acima informados.

Os resultados do monitoramento do consumo segregado de água no Restaurante Central indicaram que a preparação da alimentação (hidrômetro 5) é o grande consumidor de água, responsável por cerca de 39% do consumo médio total, seguido pela preparação de lanches (hidrômetro 6), com 26 % do consumo médio total. Os Gráficos 9 a 12 ilustram os consumos setorizados de setembro a dezembro de 2017.

Tabela 16 – Resumo do consumo segregado de água potável por mês e por atividade

Período	Consumo de água na área de higiene pessoal (m³) e (%)				Consumo de água na área de preparação das refeições (m³) e (%)				Consumo total (m³) e (%)
	WC masculino Hidrômetro 1	WC feminino Hidrômetro 2	Vestiário masculino Hidrômetro 3	Vestiário feminino Hidrômetro 4	Preparação da alimentação Hidrômetro 5	Preparação de lanches Hidrômetro 6	Limpeza das louças I Hidrômetro 7	Limpeza das louças II Hidrômetro 8	
Setembro / 2017	245,38 4%	221,64 4%	127,69 2%	111,02 2%	2173,23 38%	1381,96 24%	1080,91 19%	424,83 7%	5766,65 100%
Outubro / 2017	248,00 4%	237,36 4%	119,98 2%	102,80 2%	2273,85 39%	1436,66 25%	1057,51 18%	382,95 7%	5859,11 100%
Novembro / 2017	226,45 4%	201,38 4%	113,62 2%	106,94 2%	2162,97 39%	1321,52 24%	978,69 18%	403,33 7%	5514,90 100%
Dezembro / 2017	190,67 5%	161,55 4%	90,04 2%	74,21 2%	1407,16 39%	934,22 26%	529,62 15%	225,79 6%	3613,26 100%
Média mensal (período de setembro a dezembro)	227,63	205,48	112,83	98,74	2.004,30	1.268,59	911,68	359,23	5.188,48
Média anual (período de setembro a dezembro)	2.731,50	2.465,78	1.353,97	1.184,90	24.051,63	15.223,08	10.940,19	4.310,70	62.261,75

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

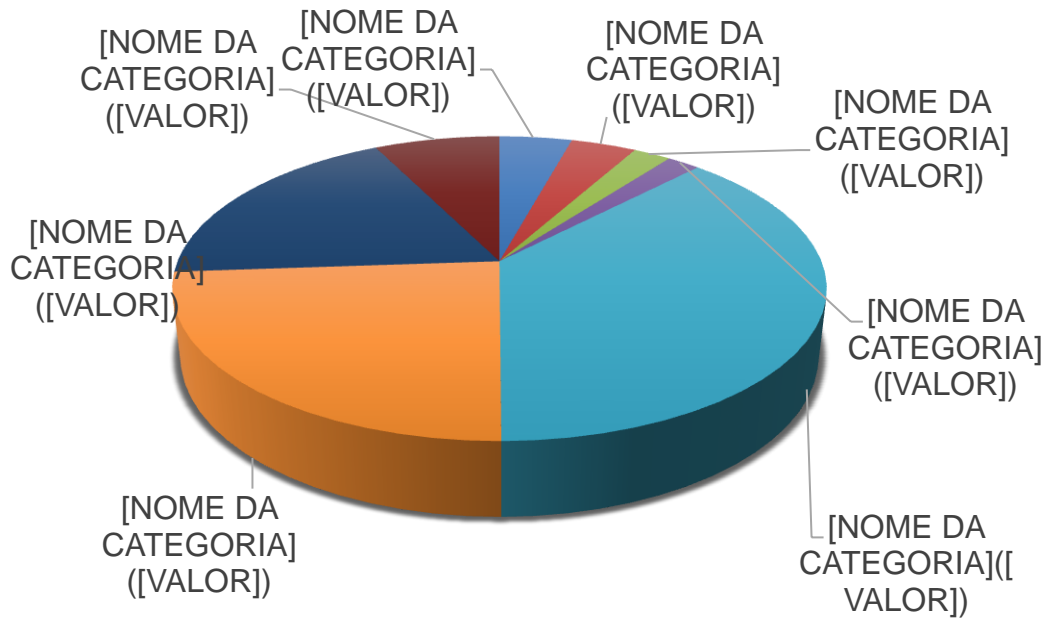


Gráfico 9 – Resumo do consumo de água potável referente ao mês de setembro 2017
Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

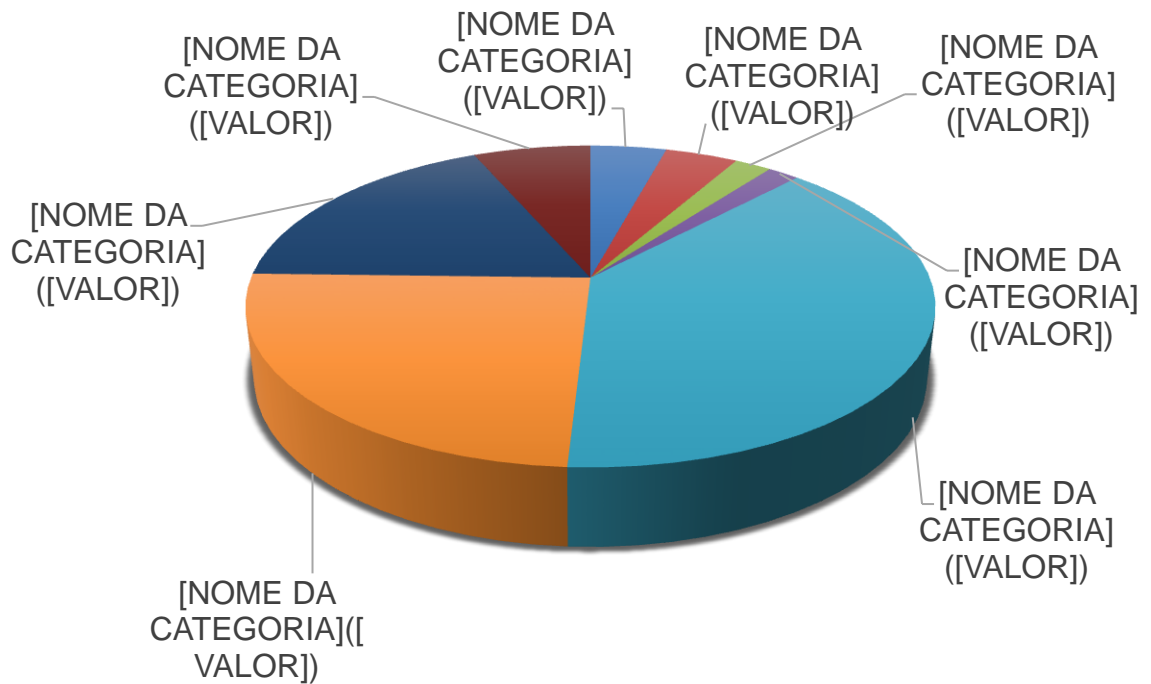


Gráfico 10 – Resumo do consumo de água potável referente ao mês de outubro 2017
Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

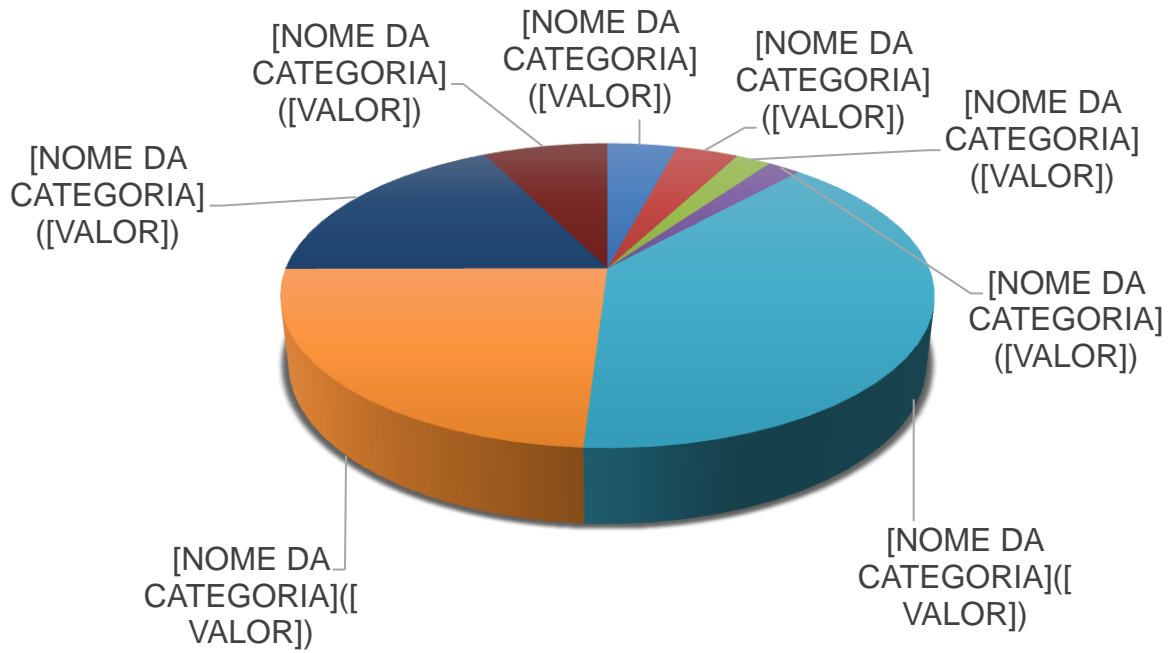


Gráfico 11 – Resumo do consumo de água potável referente ao mês de novembro 2017
Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

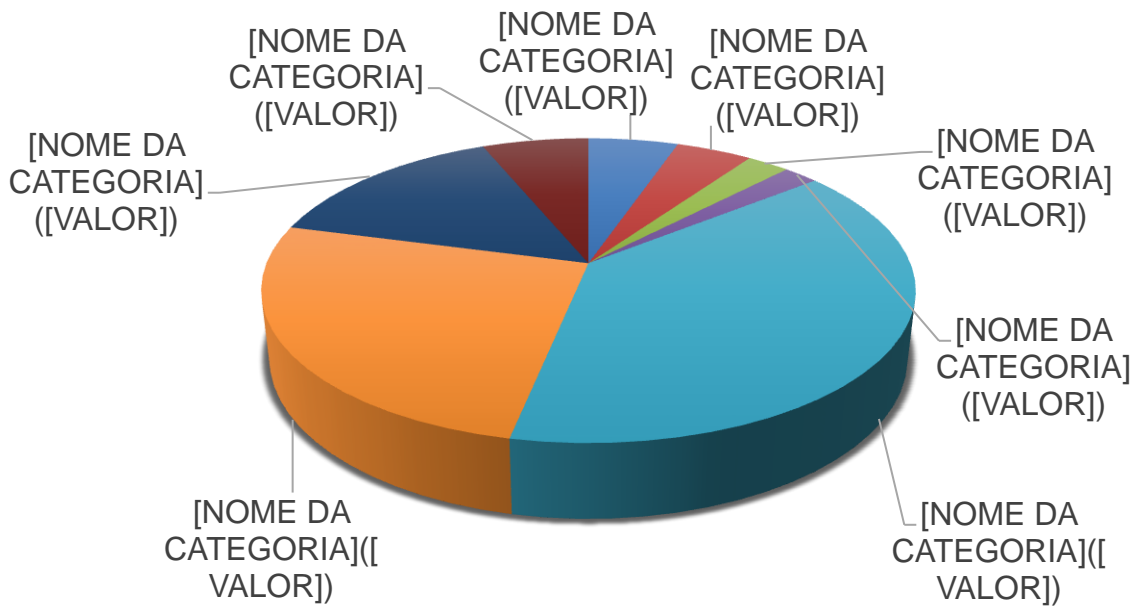


Gráfico 12 – Resumo do consumo de água potável referente ao mês de dezembro 2017
Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Esses resultados são similares aos estudos relatados por Tomaz (1999) em 3 restaurantes industriais de Denver, Colorado, Estados Unidos, conforme apresentado na Tabela 17.

Tabela 17 – Uso da água em 3 restaurantes em Denver, Colorado, EUA x Restaurante Central da Vale

	Média do uso da água em 3 restaurantes em Denver, Colorado, EUA (%)	Uso da água no Restaurante Central da Vale, Vitória, ES, BRA (%)
Wc masculino	3,5	4,0
Wc feminino	3,0	4,0
Vestiário masculino	2,2	2,0
Vestiário feminino	2,0	2,0
Preparação alimentação	42,0	39,0
Preparação lanches	29,0	26,0
Limpeza louças	18,3	23,0

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Observa-se que não houve diferenças consideráveis quando se comparam as vazões encontradas na setorização com as vazões registradas no hidrômetro principal da CESAN. Essas diferenças podem ser consideradas como perdas físicas, evaporação, desperdício, perdas no consumo, etc., denominadas por “outros” na Tabela 18.

Tabela 18 – Comparação entre consumo segregado de água potável (medição setorizada) x hidrômetro principal (CESAN)

Período	Vazão mensal do hidrômetro principal (m ³) - CESAN	Vazão mensal encontrada na medição setorizada (m ³) - Área da preparação e higiene pessoal	Outros (%)
Setembro / 2017	5889,00	5766,65	2,08
Outubro / 2017	5941,00	5859,11	1,38
Novembro / 2017	5620,00	5514,90	1,87
Dezembro /2017	3668,00	3613,26	1,49

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

5.1.2.1 Verificação de vazamentos nas instalações sanitárias

Aplicou-se o teste do corante com caneta nas bacias sanitárias nos banheiros e vestiários masculinos e femininos. Observa-se que, das 37 bacias sanitárias monitoradas, 26 apresentaram vazamento, representando uma porcentagem de 70% da quantidade total de bacias monitoradas (Tabela 19).

Tabela 19 – Resultado do teste do corante com caneta

	WC masculino	WC feminino	Vestiário masculino	Vestiário feminino	Total
Quantidade de bacias com vazamento	10	8	5	3	26
Quantidade de bacias sem vazamento	5	3	2	1	11

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Foram registradas as leituras dos hidrômetros referentes aos banheiros sociais às 2h00 e às 5h00 da manhã durante o período de cinco dias.

Assim, pôde-se observar o consumo durante o intervalo de 2h00 às 5h00, o que devido à inatividade do Restaurante Central, é um indicativo da magnitude do consumo de água potável devido aos vazamentos (Tabela 20).

Tabela 20 – Consumo dos vestiários e banheiros na madrugada

Período	WC masculino	WC feminino	Vestiário masculino	Vestiário feminino	Total (m ³ /dia)
	Hidrômetro 1	Hidrômetro 2	Hidrômetro 3	Hidrômetro 4	
01/12/2017	0,17	0,09	0,05	0,03	0,34
02/12/2017	0,18	0,09	0,06	0,02	0,35
03/12/2017	0,17	0,09	0,05	0,03	0,34
04/12/2017	0,15	0,1	0,06	0,03	0,34
05/12/2017	0,16	0,09	0,04	0,03	0,32

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Apesar da constatação de que muitas bacias sanitárias apresentam vazamento, observou-se nesse estudo que o consumo decorrente dos vazamentos (Tabela 21)

foi irrelevante quando comparado a outras referências bibliográficas (SABESP, 2018).

Tabela 21 – Perdas por tipo de vazamento e por tipo de aparelho

Aparelho/equipamento sanitário		Perda estimada
Torneiras	Vazamento no flexível	0.86 litros por dia
Mictórios	Filetes visíveis	144 litros por dia
Bacia sanitária	Filetes visíveis	144 litros por dia

Fonte: SABESP (2018).

Baseado no teste do corante e nos valores encontrados nos registros dos hidrômetros na madrugada, pôde-se concluir que há vazamentos nos banheiros sociais do Restaurante Central provenientes das bacias sanitárias, porém são irrelevantes frente ao valor global do consumo de água na edificação.

Além disso, considerando a média da vazão de consumo de água mensal do Restaurante Central, igual a 5.054,00 m³, os vazamentos provenientes dos aparelhos sanitários dos banheiros sociais representam apenas 0,2% do consumo total, considerando que se tem um desperdício médio mensal de 10,14 m³. Tal valor tão reduzido é provavelmente devido ao fato do Restaurante Central passar por manutenções periódicas.

Ademais, o valor gasto com o vazamento corresponde a cerca de R\$ 75,99 por mês, considerando um consumo médio de 0,34 m³ / dia (10,20 m³ / mês), a um custo de fornecimento de água da CESAN por R\$ 7,45 / m³.

5.1.2.2 *Produção de água cinza e negra nos banheiros*

A partir das contagens do número de frequentadores nos banheiros, com média de 912 mulheres e 1010 homens (Anexos F, G, H e I), e adotando os indicadores de consumo estimados no item 4.2.3.4, calculou-se as produções de água cinza e negra nos banheiros masculino e feminino, por dia, mês e ano (Tabelas 22 e 23).

Tabela 22 – Produção de água nos banheiros masculinos

	Água negra	Água cinza	Total
m ³ /dia	6,57	1,01	7,58
m ³ /mês	197,10	30,30	227,40
m ³ /ano	2398,05	368,65	2766,70

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Tabela 23 – Produção de água nos banheiros femininos

	Água negra	Água cinza	Total
m ³ /dia	5,93	0,912	6,84
m ³ /mês	177,84	27,36	205,20
m ³ /ano	2163,72	332,88	2496,60

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Verifica-se que a produção de água negra e cinza dos banheiros masculino e feminino estão compatíveis com os valores registrados nos hidrômetros 01 e 02 (Tabela 16).

5.1.2.3 Produção de água cinza e negra nos vestiários dos usuários

Para a medição do consumo de água cinza e negra, foi contabilizado o número de frequentadores nos vestiários feminino e masculino, em média 253 mulheres e 288 homens (Anexos E, F, G e H), visitam diariamente os mesmos. Com os indicadores de consumo estimados no item 4.2.3.3, calculou-se as produções de água cinza e negra nos banheiros masculino e feminino, por dia, mês e ano conforme apresentado nas Tabelas 24 e 25.

Tabela 24 – Produção de água no vestiário masculino

	Água negra	Água cinza	Total
m ³ /dia	1,87	1,87	3,74
m ³ /mês	56,10	56,10	112,20
m ³ /ano	682,55	682,55	1365,10

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Tabela 25 – Produção de água no vestiário feminino

	Água negra	Água cinza	Total
m ³ /dia	1,64	1,64	3,28
m ³ /mês	49,20	49,20	98,40
m ³ /ano	598,60	598,60	1197,20

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

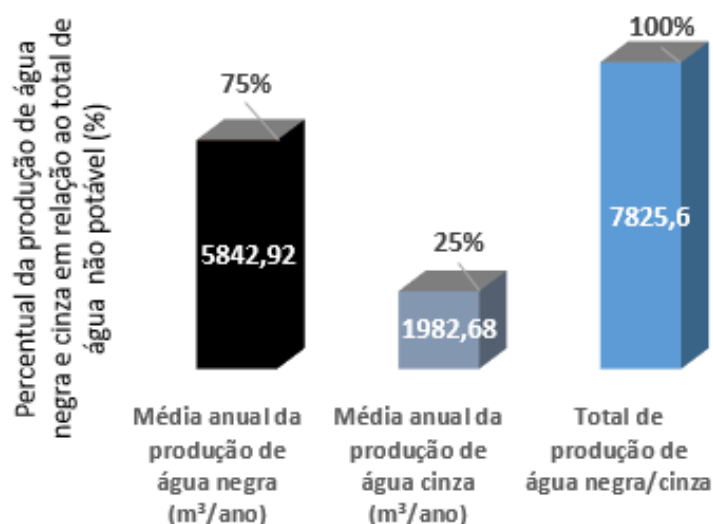
Observa-se que a produção de água negra e cinza dos banheiros masculino e feminino estão compatíveis com os valores registrados nos hidrômetros 03 e 04 (Tabela 16).

A Tabela 26 e a Gráfico 13 representam as produções totais de águas cinzas e negras do Restaurante Central.

Tabela 26 – Produção total de água cinza e negra da edificação (WC's + vestiários)

	Água negra (m ³ /ano)	Água cinza (m ³ /ano)	Total (m ³ /ano)
m ³ /dia	16,01	5,43	21,44
m ³ /mês	480,24	162,96	643,20
m ³ /ano	5842,92	1982,68	7825,60

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Gráfico 13 – Produção total anual de água cinza e negra da edificação – m³ (Wc's + vestiários)

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Kammers e Ghisi (2012) observaram, em estudos realizados em banheiros e vestiários de um restaurante industrial de São Paulo, que a produção de águas negra e cinza em relação ao consumo de água total representaram 73% e 27%,

respectivamente. No presente estudo constatou-se que a produção de águas negra e cinza equivalem a 75% e 25% do consumo de água total dos banheiros e vestiários.

Destaca-se que a vazão de água negra produzida nas bacias sanitárias dos banheiros e dos vestiários indica a possibilidade do emprego de uma fonte de água menos nobre nas descargas.

5.1.3 Avaliação da oferta de água não potável

5.1.3.1 Água pluvial

Os Gráficos 14 e 15 apresentam a distribuição da chuva acumulada na média anual para uma série histórica de 1925 e 2017 (Estação Pluviométrica Vitória, nº 83648 – INMET). Observa-se que os meses de novembro e dezembro são os mais chuvosos, com precipitação de 187,1 mm e 16 dias de chuva e 193,6 mm e 15 dias de chuva, respectivamente.

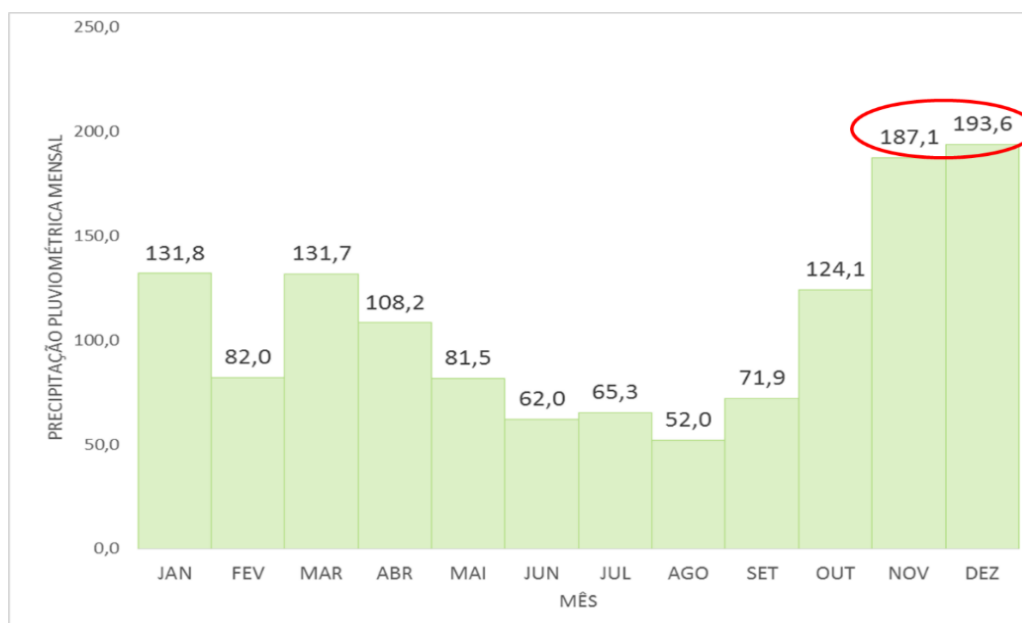


Gráfico 14 – Média mensal das precipitações (1925 a 2017).
Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

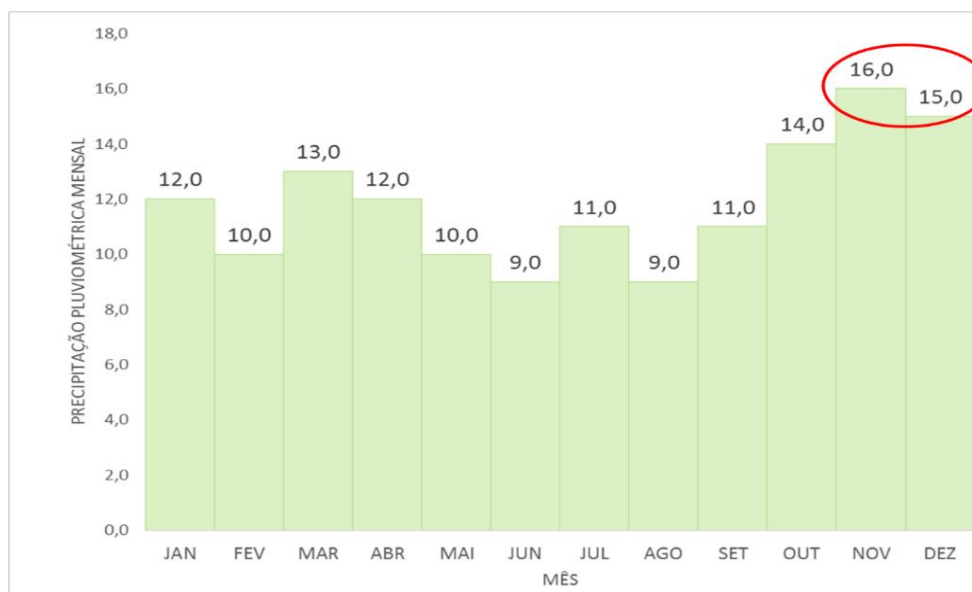


Gráfico 15 – Média mensal dos dias de chuva (1925 a 2017)

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Dessa forma, conforme as Equações 3 e 4, (item 4.2.3.1), foi calculada a oferta de água da chuva disponível para cada mês do ano, utilizando a média das precipitações dos anos de 1925 a 2017 (Tabela 27).

Tabela 27 – Volume da oferta de água de chuva

Meses	Precipitação média (mm)	Área de Captação (m ²)	Volume da Oferta (m ³)
Jan	131,80	7521,34	778,01
Fev	82,00	7521,34	478,36
Mar	131,70	7521,34	777,41
Abr	108,20	7521,34	636,00
Mai	81,50	7521,34	475,35
Jun	62,00	7521,34	358,02
Jul	65,30	7521,34	377,87
Ago	52,00	7521,34	297,85
Set	71,90	7521,34	417,58
Out	124,10	7521,34	731,68
Nov	187,10	7521,34	1110,75
Dez	193,60	7521,34	1149,86
Média mensal	107,60	7521,34	632,39
Acumulado ano	1291,20	7521,34	7588,73

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Comparando-se os dados com o consumo de água potável fornecido pela CESAN (item 5.1.1), tem-se o indicativo da oferta de água da chuva representa cerca de 13% de todo o consumo de água potável fornecido pela concessionária local (Gráfico 16).

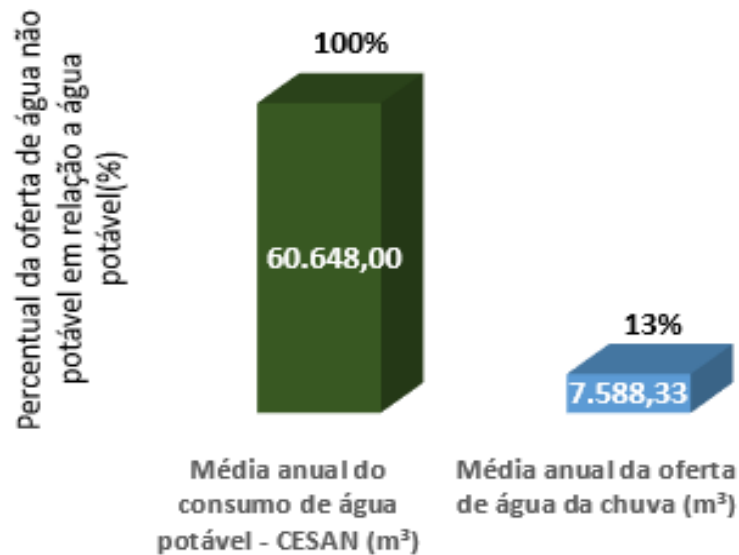


Gráfico 16 – Comparação dos volumes de água potável (CESAN) com a oferta de água de chuva
Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Entretanto, a água da chuva pode ser aproveitada apenas para determinadas atividades que não exigem água com padrão de qualidade de água potável. Na Gráfico 17 mostra-se o volume de água potável atualmente utilizado para suprir a demanda de água para descarga das bacias sanitárias (5.842,92 m³/ano), que pode ser substituído por água não potável (7.588,33 m³/ano). Isso significa que a água de chuva é suficiente para suprir em 130% da demanda para descarga das bacias sanitárias dos banheiros e vestiários da edificação

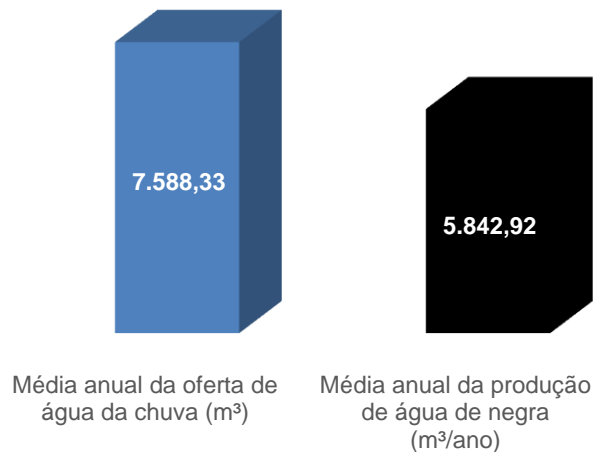


Gráfico 17 – Comparação dos volumes de oferta de água de chuva x produção de água negra
Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Vale destacar que Lima, Nunes e Silva (2017) encontraram, em seus estudos em uma escola pública em Recife-PE, um potencial de economia de água potável de 59,6% mediante o uso da água de chuva nas bacias sanitárias dos banheiros e vestiários da escola. Cabe salientar que a edificação selecionada para ser estudada pelos autores citados possui superfície de captação de 1.161,5 m², consumo de água potável de 1.332,0 m³/ano, consumo de água não potável de 793,68 m³/ano.

5.1.3.2 Água de Condensação

As Tabelas dos Anexos J, K, L, M mostram, detalhadamente, os resultados obtidos pela medição de vazão através do método volumétrico de cada uma das 8 unidades condensadoras. A Tabela 28 aponta, resumidamente, o volume de condensado produzido por cada unidade condensadora.

Tabela 28– Resumo do resultado da medição de vazão – método volumétrico

Tempo	Unidade condensadora 1 (Litros)	Unidade condensadora 2 (Litros)	Unidade condensadora 3 (Litros)	Unidade condensadora 4 (Litros)	Unidade condensadora 5 (Litros)	Unidade condensadora 6 (Litros)	Unidade condensadora 7 (Litros)	Unidade condensadora 8 (Litros)
06:00 às 14:00 horas	70,53	92,00	88,93	75,90	77,43	82,03	82,04	106,57
14:00 às 22:00 horas	75,90	84,33	88,17	81,27	83,57	83,57	79,73	108,10
Total diário (L)	146,43	176,33	177,10	157,17	161,00	165,60	161,77	214,67
Total mensal (L)	4392,90	5289,90	5313,00	4715,10	4830,00	4968,00	4853,10	6440,10
Oferta total diária (m³)					1,36			
Oferta total mensal (m³)					40,80			
Oferta total anual (m³)					489,63			

Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

Somente a título de ilustração, as Figuras 19 e 20 mostram, respectivamente, a unidade condensadora nº 04 e a capacidade de tonelada de refrigeração (1 tonelada refrigeração = 12 mil BTU) da mesma, conforme dado técnico fornecido pelo fabricante do equipamento – HITACHI.



Figura 19 – Unidade Condensadora nº 04
Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

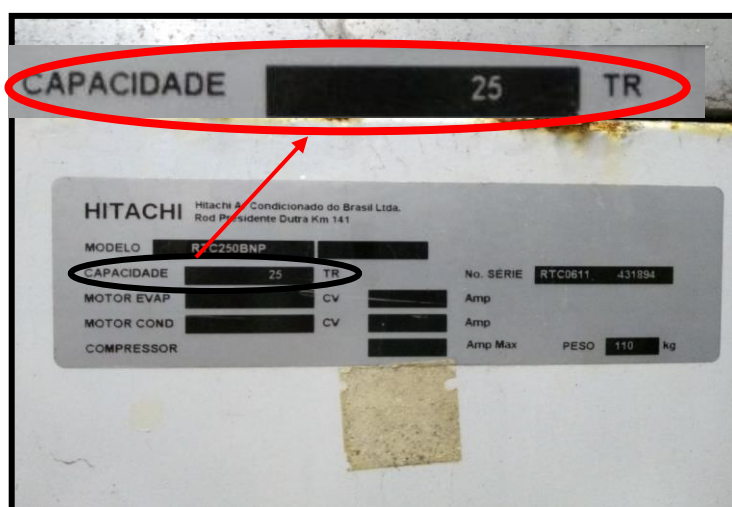


Figura 20 – Capacidade de TR fornecida pelo fabricante do equipamento
Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

A TR de cada unidade condensadora foi comparada com o volume de água condensada produzida diariamente por cada uma unidade condensadora, e estabelecido uma relação de L/TR.d, conforme relacionado na Tabela 29.

Tabela 29 – Capacidade de tonelada refrigeração x vazão x produção de 1 TR (L/TR.D)

Unidade Condensadora	Capacidade de tonelada refrigeração	Total diário (L)	Produção de 1 TR (L/TR.d)
1	25	146,43	5,86
2	30	176,33	5,88
3	30	177,10	5,90
4	25	157,17	6,29
5	25	161,00	6,44
6	25	165,60	6,62
7	25	161,77	6,47
8	40	214,67	5,37

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Verifica-se, pela Tabela 28, que a produção variou entre 5,37 L/TR.d a 6,62 L/TR.dia, considerando o funcionamento do sistema do ar condicionado igual a 16 horas por dia.

Guz (2005) verificou que a produção de condensado, em um edifício localizado em San Antônio, Texas (EUA), variou entre 4,56 L/TR.d e 13,68 L/TR.d, durante o período de funcionamento de 12 horas por dia. Sisco et al. (2017) constataram uma produção equivalente a 9,84 L/TR.d em um prédio localizado em Beirute, no Líbano. Entretanto, Al-Farayedhi, Ibrahim e Gandhidasan (2014) encontraram uma produção de, aproximadamente, 50 L/TR.d de água condensada para um aparelho do tipo *split* de 1,5 TR em seus estudos na Arábia Saudita.

Considerando o funcionamento do sistema de ar condicionado igual a 16 horas por dia, Guzzo (2017) verificou que a produção de condensado no Shopping Center Vila Velha (SCVV), localizado em Vila Velha, ES, variou entre 3,30 L/TR.d e 8,10 L/TR.d, com média de 5,8 L/TR.d.

O valor médio obtido nesta pesquisa para o indicador de produção de condensado referente a 1 TR foi 6,1 L/TR.d, estando próximo dos valores encontrados por Guzzo (2017) e diferente dos demais autores. Cabe evidenciar que a produção de água de

condensação está inteiramente relacionada a temperatura e à umidade relativa do ar (SISCO et al., 2017; LOVELESS, FAROOQ, GHAF FOUR, 2013).

Comparando-se os dados com o consumo de água fornecido pela CESAN, tem-se que o indicativo que a oferta de água de condensação representa cerca de 1% de todo o consumo de água potável fornecido pela concessionária local (Gráfico 18).

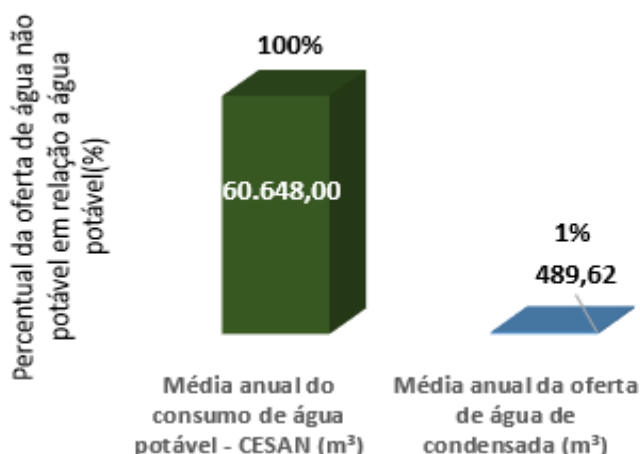


Gráfico 18 – Comparação dos volumes de água potável e oferta de água condensada
Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Ademais, considerando-se apenas a oferta de água de condensação (489,62 m³/ano), tem-se 8,4% de capacidade para suprir a demanda de água não potável utilizada nas descargas (5.842,92 m³/ano) dos banheiros e vestiários da edificação (Gráfico 19).

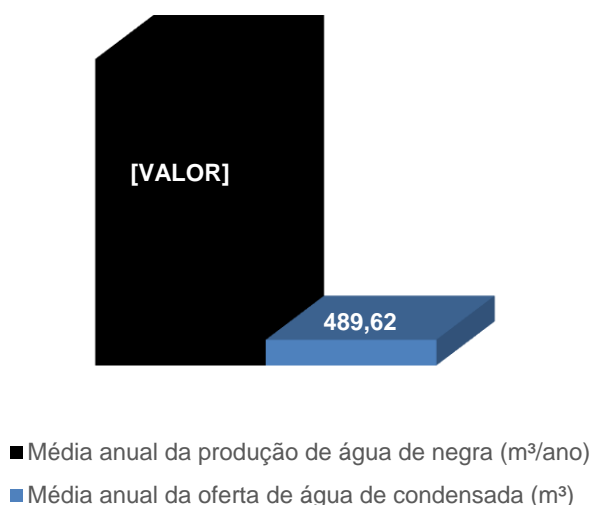


Gráfico 19 – Comparação dos volumes de oferta de água condensada x produção de água negra
Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Mesmo apresentando uma vazão de produção pouco expressiva, quando comparada à demanda de água potável total e água não potável, subentende-se que esse processo de aproveitamento de água é uma atitude voltada para o consumo controlado, evitando ao máximo o desperdício e contribuindo para o uso sustentável desse recurso finito.

No Gráfico 20 tem-se o resumo da vazão do consumo médio de fornecimento de água potável (CESAN), oferta de água de chuva, oferta de água de condensação e produção de água negra do Restaurante Central. Destaca-se que a oferta de água de chuva adicionada à água de condensação (8.077,9 m³) é suficiente para ser utilizada em substituição à água potável empregada nas bacias sanitárias da edificação (5.842,9 m³), e ainda se tem um excesso de 2.235,0 m³/ano.

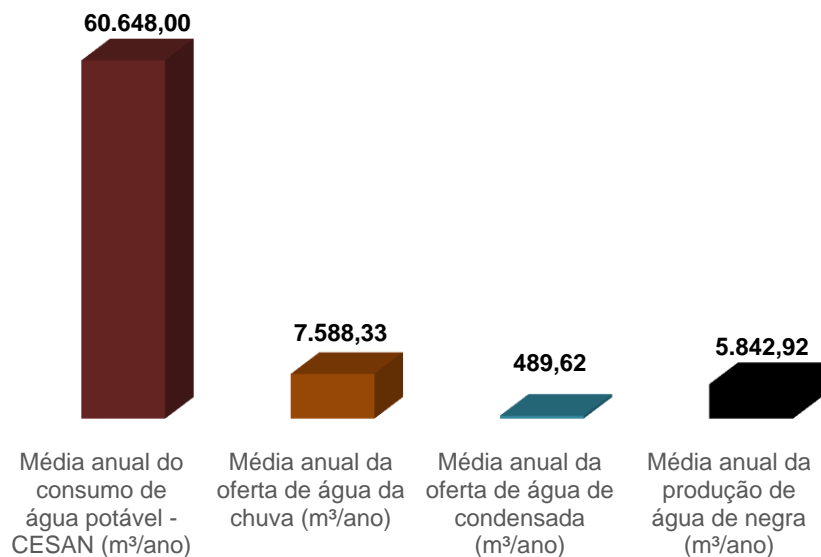


Gráfico 20 – Resumo da vazão do consumo de água potável, oferta de água não potável e produção de água negra da edificação
Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Pacheco (2013) estudou a capacidade de oferta de água de chuva, água de condensação e produção de água negra em um restaurante industrial localizado em São Paulo. Os indicadores encontrados foram similares aos do presente projeto (Tabela 30).

Tabela 30 – Comparação entre a capacidade de oferta da água de chuva em restaurante industrial de SP x Restaurante Central da Vale (2018)

	Média anual de oferta de água potável, chuva, condensada e produção de água negra do Restaurante Industrial - SP (m ³)	Média anual de oferta de água potável, chuva, condensada e produção de água negra do Restaurante Central da Vale (m ³)
Água potável	57789,90	60.648,00
Água de chuva	6.789,78	7.588,33
Água de condensação	478,21	489,62
Produção de água negra	5.246,33	5.762,88

Fonte: Pacheco (2018).

5.2 OBJETIVO ESPECÍFICO 2 – REALIZAR O BALANÇO HÍDRICO DO RESTAURANTE CENTRAL, CONSIDERANDO AS ENTRADAS E SAÍDAS DE ÁGUA DA EDIFICAÇÃO EM ESTUDO

Com a finalidade de ilustrar as correntes líquidas de entrada e saída da edificação foi elaborado o fluxograma do Gráfico 21.

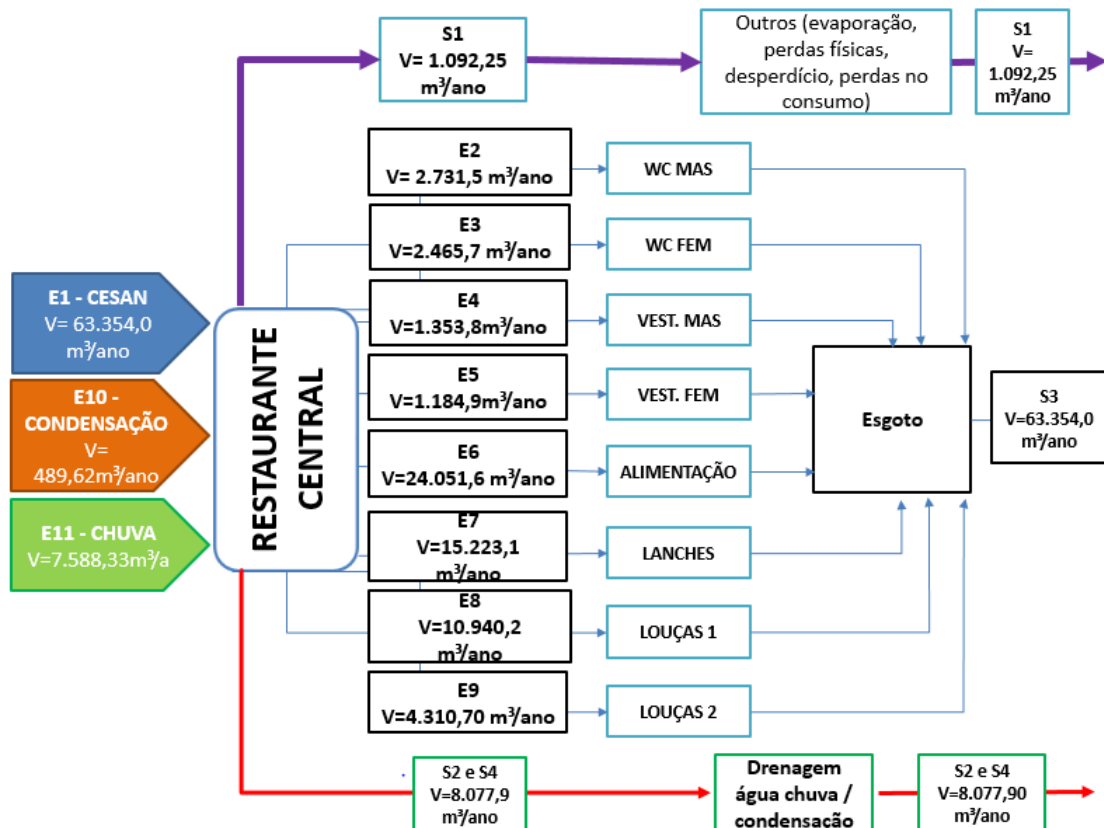


Gráfico 21 – Balanço Hídrico anual do Restaurante Central
 Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Para o cálculo do consumo de água anual, a ser adotado no BHR, foi realizada a média das vazões encontradas referente aos meses de setembro a dezembro de 2017 (Quadro 12) referente ao hidrômetro principal (CESAN), pois essas vazões foram comparadas com as vazões obtidas na setorização.

Diante dos dados apresentados, elaborou-se a Tabela 31, na qual foi atribuído um valor de QI para cada corrente líquida, sendo o valor da qualidade da informação igual a 10 para as vazões medidas por hidrômetro, 4 para as vazões medidas com base em séries históricas consistentes, 2 para vazões coletadas através de simulações e 0,4 para vazões estimadas de forma intuitiva.

Tabela 31 – Vazões medidas e estimadas

Item	Correntes	Processo	Vm (m ³ /ano)	QI
1	E1	CESAN	63.354,00	10
2	E2	Hidrômetro 1 - Banheiro Masculino	2.731,50	10
3	E3	Hidrômetro 2 - Banheiro Feminino	2.465,78	10
4	E4	Hidrômetro 3 - Vestiário Masculino	1.353,97	10
5	E5	Hidrômetro 4 - Vestiário Feminino	1.184,90	10
6	E6	Hidrômetro 5 - Alimentação	24.051,63	10
7	E7	Hidrômetro 6 - Lanches	15.223,08	10
8	E8	Hidrômetro 7 - Louças 1	10.940,19	10
9	E9	Hidrômetro 8 - Louças 2	4.310,70	10
10	E10	Condensação	489,63	4
11	E11	Chuva	7.588,73	4
12	S1	Outros (perdas físicas, evaporação, desperdício, Perda no consumo)	1.092,25	0,4
13	S2	Drenagem Água de chuva	7.588,73	4
14	S3	Esgoto	62.261,75	4
15	S4	Drenagem Condensação	489,63	4

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Onde,

E1: Vazão média de consumo anual de água potável da CESAN no Restaurante Central (m³/ano);

E2: Vazão média de consumo anual de água no WC masculino - Hidrômetro 1 (m³/ano);

E3: Vazão média de consumo anual de água no WC feminino - Hidrômetro 2 (m³/ano);

E4: Vazão média de consumo anual de água no Vestiário masculino - Hidrômetro 3 (m³/ano);

E5: Vazão média de consumo anual de água no Vestiário feminino - Hidrômetro 4 (m³/ano);

E6: Vazão média de consumo anual de água na Preparação da alimentação - Hidrômetro 5 (m³/ano);

E7: Vazão média de consumo anual de água na Preparação de lanches - Hidrômetro 6 (m³/ano);

E8: Vazão média de consumo anual de água na Limpeza das louças - Hidrômetro 7 (m³/ano);

E9: Vazão média de consumo anual de água na Limpeza das louças II - Hidrômetro 8 (m³/ano);

E10: Vazão média de produção anual de água de chuva passível de captação no Restaurante Central (m³/ano);

E11: Vazão média de produção anual de água condensada do Restaurante Central (m³/ano);

S1: Vazão média de produção anual de água na forma de outros (perdas físicas, evaporação, desperdício, perdas no consumo) por ano (m³/ano);

S2: Vazão média de produção anual de água encaminhada ao sistema de drenagem de água de chuva no Restaurante Central (m³/ano);

S3: Vazão média de produção anual de esgoto no Restaurante Central (m³/ano);

S4: Vazão média de produção anual de água encaminhada ao sistema de drenagem de condensação no Restaurante Central (m³/ano);

As equações (25) e (26) foram definidas com base no fluxograma do Gráfico 21 e no Quadro 18.

Quadro 12 – Equações que representam O BHR

EQUAÇÃO	Nº DA EQUAÇÃO
$E1 + E10 + E11 = S1 + S2 + S3 + S4$	25
$E1 = E2+E3+E4+E5+E6+E7+E8+E9+E10+E11+S1$	26

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Aplicou-se a ferramenta *Solver* do MSEXCEL® para solução do Balanço Hídrico Reconciliado (BHR). Pretendeu-se, com a reconciliação de dados, encontrar novos valores de vazões que se aproximam da realidade do Restaurante Central, a partir da atribuição de valores de QI conforme o nível da qualidade na metodologia aplicada para cada coleta dos dados de vazões.

Após várias tentativas, validaram-se os valores obtidos no BHR conforme Tabelas 32 e 33.

Tabela 32 – Solução solver do MSEXCEL®

Item	Correntes	Processo	Vm (m³/ano)	QI	Vr (m³/ano)	Fórmula (equação 14)	Solver (somatório coluna anterior)
1	E1	CESAN	63.354,00	10	63.353,97	2,47558E-11	2,44E-10
2	E2	Hidrômetro 1 - Banheiro Masculino	2.731,50	10	2.731,50	2,859E-11	
3	E3	Hidrômetro 2 - Banheiro Feminino	2.465,78	10	2.465,78	2,46546E-11	
4	E4	Hidrômetro 3 - Vestiário Masculino	1.353,97	10	1.353,97	2,43496E-11	
5	E5	Hidrômetro 4 - Vestiário Feminino	1.184,90	10	1.184,90	2,38864E-11	
6	E6	Hidrômetro 5 - Alimentação	24.051,63	10	24.051,62	2,57193E-11	
7	E7	Hidrômetro 6 - Lanches	15.223,08	10	15.223,07	2,7976E-11	
8	E8	Hidrômetro 7 - Louças 1	10.940,19	10	10.940,19	2,06576E-11	
9	E9	Hidrômetro 8 - Louças 2	4.310,70	10	4.310,70	2,6134E-11	
10	E10	Condensação	489,63	4	489,63	3,85387E-12	
11	E11	Chuva	7.588,73	4	7.588,73	4,62427E-12	
12	S1	Outros (perdas físicas, evaporação, desperdício, Perda no consumo)	1.092,25	0,4	1.092,25	3,62083E-15	
13	S2	Drenagem Água de chuva	7.588,73	4	7.588,73	6,58482E-14	
14	S3	Esgoto	62.261,75	4	62.261,72	3,85143E-12	
15	S4	Drenagem Condensação	489,63	4	489,62974	4,58298E-12	

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

A escolha dessa solução teve fundamento nas relações entre as vazões reconciliadas e não reconciliadas, conforme apresentadas na Tabela 33.

Tabela 33 – Relações entre as vazões reconciliadas e vazões medidas

Item	Correntes	Processo	Vm (m ³ /ano)	QI	Vr (m ³ /ano)	Vr-Vm	Desvio (%)
1	E1	CESAN	63.354,00	10	63.353,97	-0,03	-0,000050
2	E2	Hidrômetro 1 - Banheiro Masculino	2.731,50	10	2.731,50	0,00	-0,000053
3	E3	Hidrômetro 2 - Banheiro Feminino	2.465,78	10	2.465,78	0,00	-0,000050
4	E4	Hidrômetro 3 - Vestiário Masculino	1.353,97	10	1.353,97	0,00	-0,000049
5	E5	Hidrômetro 4 - Vestiário Feminino	1.184,90	10	1.184,90	0,00	-0,000049
6	E6	Hidrômetro 5 - Alimentação	24.051,63	10	24.051,62	-0,01	-0,000051
7	E7	Hidrômetro 6 - Lanches	15.223,08	10	15.223,07	-0,01	-0,000053
8	E8	Hidrômetro 7 - Louças 1	10.940,19	10	10.940,19	0,00	-0,000045
9	E9	Hidrômetro 8 - Louças 2	4.310,70	10	4.310,70	0,00	-0,000051
10	E10	Condensação	489,63	4	489,63	0,00	-0,000049
11	E11	Chuva	7.588,73	4	7.588,73	0,00	-0,000054
12	S1	Outros (perdas físicas, evaporação, desperdício, Perda no consumo)	1.092,25	0,4	1.092,25	0,00	-0,000015
13	S2	Drenagem Água de chuva	7.588,73	0,4	7.588,73	0,00	-0,000064
14	S3	Esgoto	62.261,75	4	62.261,72	-0,03	-0,000049
15	S4	Drenagem Condensação	489,63	4	489,62974	0,00	-0,000054

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Os desvios encontrados foram insignificantes, uma vez que o consumo setorizado de água potável não se alterou. Pode-se concluir que tal resultado é consequência dos altos valores de QI atribuídos às correntes líquidas em questão, haja visto que a maioria das vazões foram medidas com hidrômetros.

Destaca-se que as vazões medidas e reconciliadas por Guzzo (2017), em um estudo no Shopping Vila Velha, foram 111.001,11 m³ e 110.997,41 m³, respectivamente, com desvio de -0,003 % e diferença -3,70 m³/ano. Tais valores assemelham-se ao presente estudo, pois em ambos os casos o QI adotado pelos autores foi de alta confiabilidade.

5.3 OBJETIVO ESPECÍFICO 3 – VERIFICAR A VIABILIDADE TÉCNICA PARA INSTALAÇÃO DOS DISPOSITIVOS ECONOMIZADORES DE ÁGUA E PARA CAPTAÇÃO DE DIFERENTES FONTES ALTERNATIVAS DE ÁGUAS NÃO POTÁVEIS (ÁGUA DE CHUVA E CONDENSAÇÃO)

5.3.1 Instalação de dispositivos economizadores

Durante o mês de Janeiro de 2018 foram instalados os dispositivos economizadores mais adequados ao tipo de funcionamento do Restaurante Central, substituindo-se os seguintes equipamentos hidráulicos: torneiras comuns por torneiras de acionamento automático simples, registro de gaveta dos mictórios por mictórios com acionamento automático simples (Figuras 21 e 22), válvulas de descarga comum por válvula de descarga com duplo acionamento (Figura 23), chuveiro de alta vazão por chuveiro com fechamento automático (Figura 24) e torneiras com mangote para limpeza de louças por torneiras com arejadores (Figura 25).



Figura 21 – Torneira de acionamento automático simples
Fonte: Elaborado pelo autor (2018).



Figura 22 – Mictório com acionamento automático simples
Fonte: Elaborado pelo autor (2018).



Figura 23 – Válvula de descarga com duplo acionamento
Fonte: Elaborado pelo autor (2018).



Figura 24 – Chuveiro com fechamento automático
Fonte: Elaborado pelo autor (2018).



Figura 25 – Torneiras com arejadores
Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Após a instalação dos dispositivos economizadores, foram realizadas as leituras nos hidrômetros da medição setorizada por um período de 60 dias (Anexos L e M), durante os meses de fevereiro e março de 2018, a fim de identificar a nova vazão de consumo de água da edificação. As Tabelas 34 e 35 apresentam a vazão do consumo setorizado.

Tabela 34 – Vazão do consumo setorizado após a implantação dos dispositivos economizadores referente ao mês de fevereiro de 2018

	Área de higiene pessoal				Área de preparação das refeições			
	WC masculino	WC feminino	Vestiário masculino	Vestiário feminino	Preparação da alimentação	Preparação de lanches	Limpeza das louças I	Limpeza das louças II
	Hidrômetro 1	Hidrômetro 2	Hidrômetro 3	Hidrômetro 4	Hidrômetro 5	Hidrômetro 6	Hidrômetro 7	Hidrômetro 8
Consumo mensal por setor (m ³)	105,97	92,26	102,71	82,76	1071,51	703,39	540,51	208,37
Total consumo mensal Fevereiro (m ³)	2907,48							

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Tabela 35 – Vazão do consumo setorizado após a implantação dos dispositivos economizadores referente ao mês de março de 2018

	Área de higiene pessoal				Área de preparação das refeições			
	WC masculino	WC feminino	Vestiário masculino	Vestiário feminino	Preparação da alimentação	Preparação de lanches	Limpeza das louças I	Limpeza das louças II
	Hidrômetro 1	Hidrômetro	Hidrômetro 3	Hidrômetro 4	Hidrômetro 5	Hidrômetro 6	Hidrômetro 7	Hidrômetro 8
Consumo mensal por setor (m ³)	216,64	151,39	129,78	108,42	1622,31	992,13	610,69	286,63
Total Março (m ³)	4117,99							

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Os padrões de consumos dos meses de fevereiro e março de 2017 (hidrômetro principal - CESAN) foram comparados com os padrões de consumos dos meses de fevereiro e março de 2018. Na Tabela 36 observar-se a redução na vazão de consumo de água de 25,9% e 25,2% para os meses de fevereiro e março de 2018, respectivamente.

Nota-se que o consumo com o gasto médio de água para o preparo das refeições passou para 21,17 L/refeição, ou seja, 21,03 L/refeição e 21,31 L/refeição referente aos meses de fevereiro e março de 2018, respectivamente. Tais indicadores são similares com os consumos mencionados por FIESP (2016), a saber, 19,00 L/refeição, e Fecomércio (2017), 22,00 L/refeição.

Tabela 36 – Padrão de consumo antes da implantação dos dispositivos economizadores (hidrômetro principal) x padrão de consumo após a implantação dos dispositivos economizadores (setorização)

Consumo no hidrômetro principal (m ³) em fevereiro de 2017	Consumo setorizado (m ³) em fevereiro de 2018	Diferença entre o consumo do hidrômetro principal em fevereiro de 2017 e a medição setorizada com a implantação dos dispositivos economizadores (2018) (m ³)	Consumo com a preparação da alimentação (L/refeição)	Consumo higiene (L/dia/pessoa)	Consumo total preparação + higiene (L/dia/pessoa)	Redução após implantação dos dispositivos economizadores (%)
3924,00	2907,48	1016,52	21,03	3,20	24,22	25,9%
Consumo no hidrômetro principal (m ³) em Março de 2017	Consumo setorizado (m ³) em Março de 2018	Diferença entre o consumo do hidrômetro principal em fevereiro de 2017 e a medição setorizada com a implantação dos dispositivos economizadores (2018) (m ³)	Consumo com a preparação da alimentação (L/refeição)	Consumo higiene (L/dia/pessoa)	Consumo total preparação + higiene (L/dia/pessoa)	Redução após implantação dos dispositivos economizadores (%)
5502,00	4117,98	1384,02	21,31	3,68	24,99	25,2%

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

As ações de substituição de dispositivos convencionais por dispositivos economizadores de água proporcionam uma redução de consumo de 25,9% para o mês de fevereiro de 2018, pois em 2017 o consumo era de 3924,0 m³/mês, e reduziu para 2907,5 m³/mês. Da mesma forma, houve redução no consumo de 25,2% referente ao mês de março de 2018, pois no ano de 2017 era 5502,0 m³/mês, e caiu para 4118 m³/mês.

Destaca-se que a redução do consumo médio mensal da edificação apresentou valores bem similares quando comparados ao estudo de Gomes (2011) em um restaurante de Goiás. Lá, o consumo médio mensal foi de 132,2 m³ depois da implantação dos dispositivos economizadores, sendo 181,9 m³ antes da implantação dos mesmos, tendo, portanto, uma redução de 27,3 %.

Projetando uma redução de consumo médio em 25,5% para o consumo anual do Restaurante Central, tem-se: 25,5% x 63.353,9 m³ (Vr – vazão reconciliada, Tabela 31), o que resulta em uma diminuição total de 16.155,3 m³/ano, onde o novo consumo de água potável da edificação seria de 47.198,7 m³/ano.

5.3.2 Análise técnica do sistema de aproveitamento de água de chuva e de condensação

Na Tabela 37 observa-se o dimensionamento do sistema de reservação de água de chuva, (item 4.4.2.1). Considerou-se como premissa para esse estudo que o volume do reservatório deve ser suficiente para atendimento da demanda de água não potável para as descargas sanitárias (5.842,2 m³/ano, 16,01 m³/dia ou 480,3 m³/mês), sendo constante ao longo do ano, bem como admitiu-se um volume de extravasamento (*overflow*) máximo de 685 m³/mês.

Tabela 37 – Dimensionamento do reservatório de águas não potáveis

Meses	P _{med} mensal	Demanda Cte	Área de Captação	Produção Mensal de Chuva	Volume Cisterna	Nível do Reservatório (m ³)		Estravazamento (m ³)	Suprimento R. Água
	(mm)	(m ³)	(m ²)	(m ³)	(m ³)	Antes	Depois		CW
	Pt	Dt	A	Vt	Estimativa Inicial	St-1	St		
Jan	131,8	480,3	7521,34	793,1	620	0	313	0	0
fev	82,0	480,3	7521,34	493,4	620	313	326	0	0
Mar	131,7	480,3	7521,34	792,4	620	326	620	18	0
Abr	108,2	480,3	7521,34	651,0	620	620	620	171	0
Mai	81,5	480,3	7521,34	490,4	620	620	620	10	0
Jun	62,0	480,3	7521,34	373,1	620	620	513	0	0
Jul	65,3	480,3	7521,34	392,9	620	513	425	0	0
Ago	52,0	480,3	7521,34	312,9	620	425	258	0	0
Set	71,9	480,3	7521,34	432,6	620	258	210	0	0
Out	124,1	480,3	7521,34	746,7	620	210	477	0	0
Nov	187,1	480,3	7521,34	1125,8	620	477	620	502	0
Dez	193,6	480,3	7521,34	1164,9	620	620	620	685	0
<i>Total Anual</i>	1291,2	5763,6		7769			5622	1386	0

% Falhas**0,00****Volume aproveitável durante o ano (m3)****5764****Volume cisterna = 620 m³**

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Com base nos cálculos elaborados, conforme apresentado na Tabela 36, o volume do reservatório é de 620 m³ (50,0 x 8,0 x 1,55 m), sendo suficiente para atender à demanda de água não potável ao longo do ano e exequível quanto à implantação.

Os resultados apresentados indicaram viabilidade técnica para instalação dos dispositivos economizadores e para o sistema de reservação e bombeamento das fontes de águas não potáveis (água de chuva e condensação). Como o propósito desta pesquisa é a substituição da fonte de água potável por fontes de águas não potáveis e instalação de dispositivos economizadores, tem-se uma redução no volume de água potável de 47.198,7 m³/ano (com a implantação dos dispositivos economizadores), para 41.356,5 m³/ano (47.198,7 m³/ano – 5.842,2 m³/ano) com a implantação das fontes alternativas de água não potável, pois o consumo de água não potável (5.842,2 m³/ano) pode ser totalmente substituído pela água de chuva e condensação. No objetivo 4 foi discutido o que essa economia representa para a edificação em estudo.

5.4 OBJETIVO ESPECÍFICO 4 – ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA DA INSTALAÇÃO DOS DISPOSITIVOS ECONOMIZADORES DE ÁGUA E DO USO DAS FONTES ALTERNATIVAS DE ÁGUAS NÃO POTÁVEIS (ÁGUA DE CHUVA E CONDENSAÇÃO)

5.4.1 Análise econômica do Cenário 01 (considerando o consumo atual do Restaurante Central, ou seja, sem a instalação de dispositivos economizadores e sem a implantação do aproveitamento de água de chuva e de condensação)

Obteve-se o custo anual de fornecimento de água multiplicando-se o consumo médio anual pelo preço unitário da água fornecida pela concessionária local (CESAN), como apresentado na Equação 26 (item 4.5.1).

No Custo de Implantação e Tempo de retorno, não foram calculados, uma vez que o sistema de captação e distribuição de água é existente, portanto não se aplica para este estudo. Na Tabela 38 observam-se os custos de implantação, fornecimento de água, ganho no período e tempo de retorno.

Tabela 38– Análise econômica do Cenário 01

CENÁRIO 01			
CUSTO DE IMPLANTAÇÃO (R\$)	CUSTO DE FORNECIMENTO DE ÁGUA (R\$ / ANO)	GANHO NO PERÍODO (R\$ / ANO)	TEMPO DE RETORNO (meses)
NA	471.987,1	NA	NA

Fonte: Elaborado pelo Autor (2018).

5.4.2 Análise econômica do Cenário 02 (considerando o consumo do Restaurante Central com a implantação de dispositivos economizadores). Custo anual de água

Obteve-se o custo anual de fornecimento água (R\$ 351.630,3), considerando o consumo do Restaurante Central com a implantação de dispositivos economizadores, multiplicando-se o novo consumo médio (47.198,7 m³/ano) pelo preço unitário da água fornecida pela concessionária local (CESAN), Equação 27, (item 4.5.2 da metodologia).

No Custo de Implantação, as tabelas dos Anexos N e O mostram, detalhadamente, os resultados obtidos com a implantação dos dispositivos economizadores (custo de mão de obra = R\$ 17.649,3, custos de materiais R\$ = 18.971,8 e custo total R\$ = 36.621,1), Equação 28, (item 4.5.2 da metodologia).

Com relação ao tempo de retorno do investimento, foi calculado conforme apresentado na Equação 31, (item 4.5.4 da metodologia). Na Tabela 39 observam-se os custos de implantação, fornecimento de água, ganho no período e tempo de retorno.

Tabela 39 – Análise econômica do Cenário 02

CENÁRIO 02			
CUSTO DE IMPLANTAÇÃO (R\$)	CUSTO DE FORNECIMENTO DE ÁGUA (R\$ / ANO)	GANHO NO PERÍODO (R\$ / ANO)	TEMPO DE RETORNO (meses)
36.621,1	351.630,3	120.498,3	3,6

Fonte: Elaborado pelo Autor (2018).

Observa-se uma redução anual de R\$ 120.498,3, ou seja, 25,5 % no valor total na conta de fornecimento de água para o Restaurante Central, em relação ao cenário 01.

Interessante destacar que Gomes (2011) encontrou, em seu estudo, em um restaurante de Goiás, uma redução de 18% na vazão de consumo e *payback* de 8 meses após as instalações dos dispositivos economizadores (Cenário 02). Cabe salientar que foram substituídas 42 unidades de dispositivos economizadores no citado restaurante, contra 98 unidades do presente estudo. A diferença entre as quantidades deve-se ao fato de que o restaurante de Goiás possui instalações hidrossanitárias novas e em bom estado de conservação.

5.4.3 Análise econômica do Cenário 03 (considerando o consumo do Restaurante Central com a implantação de dispositivos economizadores e oferta de água de chuva e de condensação)

Obteve-se o custo anual de fornecimento água (R\$ 308.555,3), considerando o consumo do Restaurante Central com a implantação de dispositivos economizadores e a oferta de água de chuva e condensação, multiplicando-se o novo consumo médio (41.356,5 m³/ano) pelo preço unitário da água fornecida pela concessionária local (CESAN), conforme Equação 29 (item 4.5.3).

As tabelas dos Anexos N, O e P mostram, detalhadamente, os resultados obtidos para implantação dos dispositivos economizadores, oferta de água de chuva e de condensação (custo de mão de obra = R\$ 92.734,0, custos de materiais R\$ = 139.991,15 e custo total R\$ = 232.726,15), segundo a Equação 30 (item 4.5.3).

O tempo de retorno do investimento, foi calculado conforme apresentado na Equação 31, (item 4.5.4).

Na Tabela 40 observam-se os custos de implantação, fornecimento de água, ganho no período e tempo de retorno do investimento.

Tabela 40 – Análise econômica do Cenário 03

CENÁRIO 03			
CUSTO DE IMPLANTAÇÃO (R\$)	CUSTO DE FORNECIMENTO DE ÁGUA (R\$ / ANO)	GANHO NO PERÍODO (R\$ / ANO)	TEMPO DE RETORNO (meses)
232.726,15	308.555,3	163.431,8	17,0

Fonte: Elaborado pelo Autor (2018).

Observa-se uma redução anual de R\$ 163.431,8, ou seja, 34,6 % no valor total na conta de fornecimento de água para o Restaurante Central, em relação ao cenário 01.

Teixeira et al. (2016), realizando estudos em uma indústria metalmeccânica de Curitiba-PR, evidenciaram uma redução da vazão de consumo de água e *payback* de 27 % e 18 meses, respectivamente, após a implantação de dispositivos economizadores e das alternativas de fontes não potáveis (Cenário 03). Destaca-se que a área da edificação era de 25.000 m² e a média anual de índice pluviométrico na região de 1487,5 mm, sendo que o Restaurante Central da Vale S.A. possui área de 7.521,3 m² e precipitação média de 1290,0 mm. Além disso, o volume do reservatório para água de chuva e de condensação do restaurante industrial de Curitiba era de 1.000 m³ e, do presente estudo, o volume é de 620 m³. Apesar dessas diferenças, o percentual de redução do consumo de água potável no estudo de Teixeira et al. (2013) foi de 27%.

Os estudos mostraram que o Restaurante Central da Vale S.A. tem capacidade de reduzir 34,6% (Gráfico 22) a vazão de consumo de água potável utilizando outras fontes de água não potável e implantando dispositivos economizadores (Cenário 3). O empreendimento deixaria de comprar 21.997,4 m³/ano de água da concessionária, representando uma economia de R\$163.880,6 por ano (Tabela 41), considerando o valor da água pela CESAN igual a 7,45 R\$/m³ (CESAN - Data base: Junho de 2018).

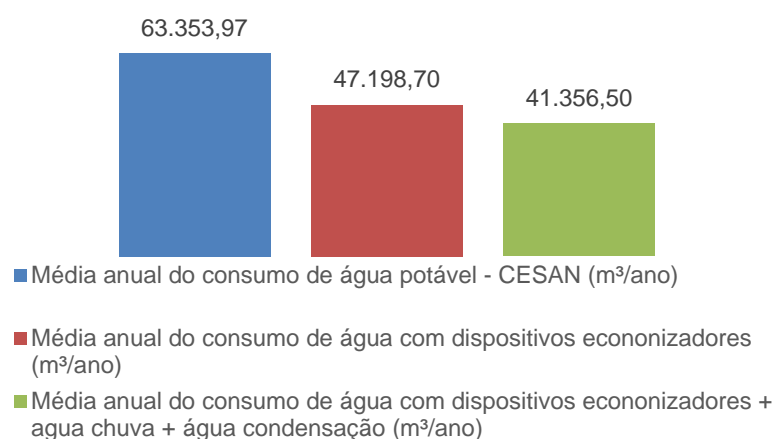


Gráfico 22 – Nova capacidade de consumo de água do Restaurante Central
Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Tabela 41 – Resumo comparativo entre os cenários 01, 02 e 03

	CUSTO DE IMPLANTAÇÃO (R\$)	CUSTO DE FORNECIMENTO DE ÁGUA (R\$ / ANO)	GANHO NO PERÍODO (R\$ / ANO)	TEMPO DE RETORNO (meses)
CENÁRIO 01	NA	471.986,56	NA	NA
CENÁRIO 02	36.621,10	351.630,32	120.356,24	3,6
CENÁRIO 03	232.726,15	308.105,93	163.880,63	17,0

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Importante destacar que no Cenário 2, considerando o consumo do Restaurante Central com a implantação de dispositivos economizadores, tem-se um investimento pequeno (R\$ 36.621,10) quando comparado com o investimento do Cenário 3, considerando o consumo do Restaurante Central com a implantação de dispositivos economizadores e oferta de água de chuva e de condensação. Porém, com redução no consumo de água potável considerável, 25,5% em relação ao consumo inicial (Cenário 1), além de tempo de retorno em curto espaço de tempo (3,6 meses). Entretanto, o cenário 3 requer maiores investimentos (R\$ 232.726,15), e tempo de retorno (17 meses), porém a capacidade de redução de fornecimento total de água potável é maior, 34,6%, em relação ao consumo inicial (Cenário 1).

Sendo assim, sugere-se a escolha do Cenário 3 como a alternativa técnica e econômica mais viável, além do retorno que este investimento pode trazer, tanto em relação à questão ambiental como quanto na redução do consumo de água potável utilizando fontes não potáveis de água no Restaurante Central da Vale S.A..

6 CONCLUSÕES

Esta pesquisa mostrou as possibilidades de uso de fontes alternativas de águas não potáveis, bem como a implantação de dispositivos para redução do consumo de água potável do Restaurante Central da Vale S.A., situado no Município de Vitória, Espírito Santo.

Através da avaliação da série histórica do consumo de água da edificação, foi possível calcular o alto consumo no preparo das refeições, cerca de 34 L/refeição. Por outro lado, o consumo médio de água reduziu para 21,2 L/refeição com a implantação dos dispositivos economizadores.

O monitoramento do consumo segregado de água no Restaurante Central indicou que a preparação da alimentação é a grande consumidora de água, responsável por cerca de 39% do consumo médio total, seguido pela preparação de lanches com 26% do consumo médio total.

A pesquisa também avaliou as fontes de água não potável mais relevantes neste caso: a água de chuva e a água de condensação para suprimento da demanda de água não potável (descargas sanitárias), cuja vazão média anual de consumo total foi em 5.842,9 m³/ano.

A água de chuva e de condensação representam 13% e 1%, respectivamente, de todo o consumo de água potável fornecida pela CESAN. Entretanto, o estudo da oferta da água pluvial demonstrou que esta seria uma fonte para suprir em 130% da demanda de água negra produzida nas bacias sanitárias dos banheiros e vestiários da edificação, enquanto a oferta de água de condensação seria uma fonte capaz de suprir 8,4% da demanda das águas negras.

As ações de substituição de dispositivos convencionais por dispositivos economizadores resultaram em uma redução de 25,5% no consumo de água.

Somando-se a oferta de água de chuva e de condensação para suprir a demanda de água não potável nos banheiros e vestiários, e implantando os dispositivos economizadores de água, estimou-se uma redução de 34,6% do fornecimento total do consumo de água potável. Portanto, sugere-se a escolha do Cenário 3 como a alternativa técnica, ambiental e econômica que melhor atende a edificação.

Sendo assim, o empreendimento deixaria de comprar 21.997,4 m³/ano de água da concessionária, o que representa uma economia anual de R\$ 163.880,60, com tempo de retorno de 19 meses.

Conclui-se que no Restaurante Central da Vale S.A. há elevado potencial de aproveitamento de fontes alternativas de águas não potáveis e de implantação de dispositivos economizadores para redução do consumo de água potável. Tal prática traz como benefícios economia financeira e correta atitude ambiental, além de posicionar a empresa conforme sua visão estratégica: transformar recursos naturais em prosperidade e desenvolvimento sustentável.

7 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- Avaliar qualitativamente os parâmetros da água pluvial e condensada captadas pelo sistema, bem como propor tratamento adequado para fins de consumo de água potável no Restaurante Central;
- Estudar a viabilidade técnica e econômica para implantação de sistemas de aproveitamento de água cinza da edificação;
- Realizar medições das vazões de esgoto na edificação, para reduzir a incerteza do balanço hídrico do empreendimento;
- Elaborar análise econômica dos custos de operação para aproveitamento dos sistemas de água de chuva e condensação, bem como o reúso de águas cinzas;
- Elaborar projeto detalhado para captação de água de chuva e água condensada da edificação.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AARON GUIDES. Captação de água Unique Projeto de Captação de Água da Chuva em Franca-SP. **Aaron Guides**, São Paulo, 16 jul. 2018. Disponível em: <<https://aaronguide.com/captacao-de-agua/captacao-de-agua-unique-projeto-de-captacao-de-agua-da-chuva-em-franca-sp/>> Acesso em: 10 ago. 2018.

ANTONOVICZ, D; WEBER, R. G. B. **PMOC - Plano de Manutenção Operação e Controle nos condicionadores de ar do Campus Medianeira da Universidade Tecnológica Federal do Paraná**. 2013, 60f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia em Manutenção Industrial). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba-PR, 2013.

AQUIM, P. M. **Balanco de massa**: uma ferramenta para otimizar os processos de ribeira e curtimento. 2004, 196f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre-RS, 2004.

ALEXANDRE, E. C. F.; CASTRO, M. L. de; PESQUERO, M. A. Caracterização e tratamento de águas cinza com fins não potáveis. **Revista de Biotecnologia e Ciência**, Anápolis, v. 2, n. 2, p. 106-116, 2013

AL-SALLAL, K. A.; AL-RAIS, L.; DALMOUNK, M. B. Designing a sustainable house in the desert of Abu Dhabi. **Renewable Energy**, v. 49, p. 80-84, 2013.

AL-FARAYEDHI, A. A.; IBRAHIM, N. I.; GANDHIDASAN, P. Condensate as a water source from vapor compression systems in hot and humid regions. **Desalination**, v. 349, p. 60-67, set.2014.

ALWI, S. R. W.; MANAN, Z. A.; SAMING, M. H.; MISRAN, N. A holistic framework for design of cost-effective minimum water utilization network. **Journal of Environmental Management**, v.88, p. 219-252, 2008.

AMORIM, S. V.; PEREIRA, D. J. A. Estudo comparativo dos métodos de dimensionamento para reservatórios utilizados em aproveitamento de água pluvial. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 53-66, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13969**: Tanques sépticos: Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos: Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.

_____. **NBR 10844**: Instalações prediais de águas pluviais – Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 1989.

_____. **NBR 15527**: Aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis. Rio de Janeiro: ABNT, 2007.

_____. **NBR 5626**: Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro: ABNT, 1996.

BAPTISTA, M.; COELHO, M. M. L. P. **Fundamentos de engenharia hidráulica**. 2. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2003.

BEAL, C. D.; STEWART, R. A. Identifying Residential Water end Uses Underpinning Peak Day and Peak Hour Demand. **Journal of Water Resources Planning and Management**, v. 140, n. 7, 2014.

BEAL, C.R; SANTOS, R.F; AVACI, A.B. **Estudo sobre o consumo de água em restaurantes industriais na cidade de Cascavel – PR**. 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Energia na Agricultura - PPGA) - Programa de Pós-Graduação em Energia na Agricultura, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, UNIOESTE, Cascavel-PR, 2012.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Agência Nacional de Águas (ANA). **Fatos e tendências**. ANA, Brasília, set. 2009.

_____. Política Nacional de Recursos Hídricos, Lei nº 9.433, de 8 de Janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília-DF, 9 jan. 1997. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm>. Acesso em: 17 jan. 2018.

CHEESMAN, J.; BENNETT, J.; SON, T. V. H. Estimating household water demand using revealed and contingent behaviors: Evidence from Vietnam. **Water Resources Research**, v. 44, 2008.

CHEUNG, P. B.; et al. Consumo de água. In: GONÇALVES, R. F. (Coord.). **Uso Racional de Água e Energia: conservação de água e energia em sistemas prediais de abastecimento de água**. Vitória: ABES-PROSAB, 2009.

CHUA, K. J.; CHOU, W. M.; YAN, J. Achieving better energy-efficient air conditioning – A review of technologies and strategies. **Applied Energy**, v. 104, p. 87-104, 2013.

CHUNG, E.; LEE, K. S. Prioritization of water management for sustainability using hydrologic simulation model and multicriteria decision making techniques. **Journal of Environmental Management**, v.90, n.3, p. 1502-1522, 2009.

COOK, S.; SHARMA, A. K.; GURUNG, T. R.; Evaluation of alternative water sources for commercial buildings: A case study in Brisbane, Australia. **Resources, Conservation and Recycling**, v.89, p.86-93, 2014.

CROWE, C. M. 1986. Reconciliation of process flow rates by matrix projection. **AIChE Journal**, v. 32, n. 4, 1986, p.616-623.

DECA. **Uso racional de água**. Disponível em: <<http://www.deca.com.br/>>. Acesso em: 19 mar. 2017.

EL-SALAM, M. M. A.; EL-NAGGAR, H. M. In-plant control for water minimization and wastewater reuse: a case study in pasta plants of Alexandria Flour Mills and

Bakeries Company, Egypt. **Journal of Cleaner Production**, v.8, p. 1403-1412, 2010.

ELEKTRO Electro Ltda. **Consumo**. Disponível em: <<http://www.elektro.com.br/publica/html/consumo.html>>. Acesso em: 04 maio 2018.

FABRIMAR. **Dispositivos Economizadores**. Disponível em: <<http://www.fabrimar.com.br/>>. Acesso em: 26 mar. 2017.

FERREIRA, E.P. **Uso de Água Condensada por Aparelhos de Ar Condicionado Para Fins Não Potáveis**. 2016. Relatório de Estudo de Caso. – Programa de Pós Graduação em Engenharia Ambiental, Instituto Federal do Espírito Santo, Santa Teresa-ES, 2016.

FECOMERCIO. Federação dos Comerciantes do Estado de São Paulo. **Sustentabilidade**. São Paulo, 2017.

FIDAR, A. M.; MEMON, F. A.; BUTLER, D. Performance evaluation of conventional and water saving taps. **Science of the Total Environment**, v. 54, p. 815-824, 2016.

FIESP/CIESP – Federação e Centro das Indústrias do Estado de São Paulo. **Conservação e reúso de água**: Manual de orientações para o setor industrial. São Paulo: FIESP/CIESP, 2004.

FIORI, S., FERNANDES, V. M. C., PIZZO, H. Avaliação qualitativa e quantitativa do reúso de águas cinzas em edificação. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 6, n. 1, p. 19-30, 2006.

FREIRE, M. T. M. **O consumo racional de água no Aeroporto Internacional de Salvador, Bahia/Brasil**. 2011. 168f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial, Universidade Federal da Bahia, Salvador-BA, 2011.

FREIRE M. T. M. et al. Balanço hídrico reconciliado como instrumento de apoio à gestão do consumo de água em instalações aeroportuárias: o estudo de caso o Aeroporto Internacional de Salvador Bahia/Brasil. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 32., 2010, Punta Cana, República Dominicana. **Anais...** República Dominicana: AIDIS, 2010.

FRANCESE, H.S.; MARIA, M.S.; RAMÓN, S.G. Economic valuation of environmental benefits from wastewater treatment processes: An empirical approach for Spain. **Science of the Total Environment**, v. 408, v.4, p 614-619, 2009.

FONTANA, D., et al. **Methodology for wastewater minimization in the Petrochemical Complex**. Proc. In.: 2ND MERCOSUR CONGRESS ON CHEMICAL ENGINEERING AND 4TH MERCOSUR CONGRESS ON PROCESS SYSTEMS ENGINEERING, Rio de Janeiro-RJ, Brazil, 14-18 August 2005.

_____.Braskem-água: minimização de água e efluentes na unidade de insumos básicos da Braskem. In: 3º CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE, 2004,

Salvador. **Anais...** do 3º Congresso Nacional de Meio Ambiente. Salvador: EXPOGEO/CONDER, 2004. v.2, p. 334-335.

FORTES, P.D.; JARDIM, P.C; FERNANDES, J.W, **Aproveitamento de Água Proveniente de Aparelhos de Ar Condicionado**. In.: SIMPÓSIO EM EXCELÊNCIA E GESTÃO E TECNOLOGIA, Resende Rio de Janeiro, 2015

GOIS, E. H. B. de.; RIOS, C. A. S.; COSTANZI, R. N. Evaluation of water conservation and reuse: a case study of a shopping mall in southern Brazil. **Journal of Cleaner Production**, v.96, p. 263-271, 2015.

GOMES, M. I. **Implantação de um Programa de Uso Racional de Água na Universidade Federal de Goiás**. 2011, 94f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Programa de Pós-Graduação de Engenharia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia-GO, 2011.

GONÇALVES, R. F. (Org.). **Uso Racional da Água em Edificações**. Rio de Janeiro: Prosab/Abes, 2006.

_____. **Uso Racional de Água e Energia**. Rio de Janeiro: Prosab/Abes, 2009.

_____, SIMÕES, G. M. S., WANKE, R. Reúso de águas cinzas em edificações urbanas – estudo de caso em Vitória (ES) e Macaé (RJ). **Revista AIDIS**, v. 3, n. 1, p. 120-131, 2010.

GUZZO, F.R; **Estratégias para Conservação de Água Potável Através do Aproveitamento de Fontes não Potáveis em uma Edificação Comercial de Grande Porte**. 2017, 151f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável, Centro Tecnológico, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória-ES, 2017.

GUDE, V. G. Energy and water autarky of wastewater treatment and power generation systems. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v.45, p. 52-68, 2015.

GUZ, K. Condensate Water Recovery. **ASHRAE Journal**, v. 47, n. 6, 2005.

HAFNER, A. V. **Conservação e reúso de água em edificações – experiências nacionais e internacionais**. 2007. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

HURLIMANN, A. Household use of and satisfaction with alternative water sources in Victoria Australia. **Journal of Environmental Management**, v.92, p. 2691-2697, 2011.

INMETRO. **Tabela de Consumo de Energia Elétrica – Chuveiros Elétricos**. Rio de Janeiro, Edição 2, 2016. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbe/chuveiro.pdf>>. Acesso em: 18 dez. 2016.

INMET. **Dados Históricos.** Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em: 01 dez. 2016.

KAMMERS, P.C; GHISI E. Usos finais de água em edifícios públicos localizados em Florianópolis. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 6, n. 1, p. 75-90, jan./mar. 2006.

KESHAVARZI, A. R.; SHARIFZADEH, M.; HAGHIGHI, A. A. K.; AMIN, S.; KESHTKAR, Sh.; BAMDAD, A. Rural domestic water consumption behavior: A case study in Ramjerd area, Fars province, I.R. Iran. **Water Research**, v.40, n.6, p. 1173-1178, 2006.

KIPERSTOK A., O papel da Universidade e da rede Teclim na introdução de práticas de produção limpa na Bahia. In: KIPERSTOK, A. (Org.) **Prata da casa: construindo produção limpa na Bahia**. Salvador: Rede de Tecnologias Limpas da Bahia-Teclim/Universidade Federal da Bahia 2008, p.20-42.

KUBERT, Charles. **Opportunities to Improve Your Restaurants Environmental Practices.** Chicago, 2008. Disponível em <<http://greenrestaurants.org/documents/GoingGreenerGuide.pdf> >. Acesso em 06 jul. 2018.

KUMAR, P.; SAROJ, D. P. Water-energy-pollution nexus for growing cities. **Urban Climate**, v.10, p. 846-853, 2014.

LICINA, D.; SEKHAR, C. Energy and water conservation from air handling unit condensate in hot and humid climates. **Energy and Buildings**, v.45, p. 257-263, 2012.

LOIOLA, R. O aquecimento global não é o vilão da crise hídrica de São Paulo. **Veja On Line**, São Paulo, 8 Fev. 2015. Seção Ciência. Disponível em: <<http://veja.abril.com.br/noticia/ciencia/o-aquecimento-global-nao-e-o-vilao-da-crise-hidrica-de-sao-paulo/>>. Acesso em: 14 abr. 2017.

MARIA, M.S.; FRANCESC, H.S.; RAMÓM, S.G. Economic feasibility study for wastewater treatment: A cost–benefit analysis. **Science of the Total Environment**, v.408, p.4.396-4.402, 2010.

MARINHO, E. C. **Uso racional da água em edificações Públicas.** 2007, 72f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte-MG, 2007.

MACINTYRE, A. J. **Bombas e Instalações de Bombeamento - Manual de Hidráulica.** 9 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2018

MARTINS, M.A.F., AMARO, C., SOUZA, L., KALID, R., KIPERSTOK. A. New objective function for data reconciliation in water balance from industrial process. **Journal of Cleaner Production.** v. 18, p. 1184-1189, 2010.

MARTINS, P.V; BARBOSA, G.A. Tecnologias economizadores nos pontos de consumo e captação de água de chuva: um estudo em um edifício público no município de João Pessoa-PB. In.: VI CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, Porto Alegre/RS – 23 a 26 nov.2015. **Anais...VI CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL**, p.1-10.

MAYER, P., DEOREO, W., LEWIS, D. M. **Seattle home water conservation study: The impacts of high efficiency plumbing fixture retrofits in single – family homes.** Colorado: The United States Environmental Protection Agency, 2000.

MAY, S. **Estudo de viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em uma edificação**, 2004, 189f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil). Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo-SP, 2004.

NAIR, S.; et al. Water-energy-greenhouse gas nexus of urban water systems: Review of concepts, state-of-art and methods. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 89, p. 1-10, 2014.

NASSAR, B.; MOURA, C. Aproveitamento de condensado das serpentinas. **ATMOS Engenharia de Climatização**, Rio de Janeiro, 30 abr. 2015. Disponível em <<http://www.atmosclimatizacao.com.br/artigos-tecnicos>>. Acesso em: 02 maio 2017.

NEW YORK CITY ENVIRONMENTAL PROTECTION. **Restaurant Managers - Restaurant Managers Guide to Water Efficiency**, New York, 2016. Disponível em: <<http://www.nyc.gov/html/dep/pdf/conservation/restaurant-managers-guide-to-water-efficiency.pdf>>. Acesso em: 06 jul. 2018.

NEW YORK CITY ENVIRONMENTAL PROTECTION. **New York City's Water Challenge to Restaurants**. New York, 2015. Disponível em: <http://www.nyc.gov/html/dep/pdf/conservation/workshop-2-setting-and-communicating-goals.pdf> >. Acesso em: 06 jul. 2018.

NUNES, R. T. S. **Conservação da água em edifícios comerciais: potencial de uso racional e reúso em shopping Center**. 2006, 157f. Dissertação (Mestrado em Ciências em Planejamento Energético) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro-RJ, 2006.

NSWHEALTH. **Greywater reuse in sewerred single domestic premises**. Camberra, Austrália, apr. 2000. Disponível em <<http://www.health.nsw.gov.au/environment/domesticwastewater/Documents/greywater-reuse-policy.pdf>>. Acesso em: 31 maio 2018.

OLIVEIRA, G. L. **A metodologia TECLIM para uso racional da água na indústria: Uma proposta de sistematização**. 2011, 111f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial, Universidade Federal da Bahia-UFBA, Salvador-BA, 2011.

PACHECO, E. **Recurso Hídrico: Uso e Aproveitamento de água em edificações**. 2013, 51f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-

Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora-MG, 2013.

PATTANAYAK, S. K.; YANG, J. C. Coping with unreliable public water supplies: Averting expenditures by households in Kathmandu, Nepal. **Water Resources Research**, v. 41, 2005.

PURA. Programa de uso racional da água. **Diretrizes de Gestão de Sistemas de Reservação de Água Potável**, versão 1.13. São Paulo, 2013. Disponível em <<http://www.pura.usp.br/pesquisa-e-extensao/dtrs/>>. Acesso em: 16 maio 2017.

REBOUÇAS, A da C. **Uso Inteligente da Água**. São Paulo: Escrituras, 2004. 207p.

REBOUÇAS, A da C. Água doce no mundo e no Brasil. In: REBOUÇAS, A. da C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (Org.). **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo: Escrituras, 1999.

RODRIGUES, I et al. Utilização de questionários na estimativa da incerteza em reconciliação de dados do balanço hídrico. In.: VIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA EM INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 27 a 39 jul, 2009. Uberlândia-MG Minas Gerais. **Anais.....** Disponível em: <<http://www.cobeqic2009.feq.ufu.br/>>. Acesso em: 18 mar. 2018.

SABESP. **Testes de Vazamentos**. Disponível em <<http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaold=244>>. Acesso em 15 jun. 2017.

_____. **Consumo de Água em Restaurantes**. Disponível em <<http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaold=138>>. Acesso em 03 jul. 2018.

SANTO, G. E.; SANCHEZ, J. G. Caracterização do uso da água em shopping centers da região metropolitana de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITARIA E AMBIENTAL, 21, 2001, Joao Pessoa-PB. **Anais....** Joao Pessoa: ABES, 2001.

SAUTCHÚCK, C. A. **Formulação de Diretrizes para Implantação de Programas de Conservação de Água em Edificações**. 2004, 332F. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação da Escola Politécnica da USP, São Paulo, 2004.

SICHE, R et al. Índices versus indicadores: Precisoões conceituais na discussão da sustentabilidade de países. **Ambiente & Sociedade**, v.10, n. 2, p. 137-148, jul./dez.2007.

SILVA, W. T. P.; SILVA, L. M.; CHICHORRO, J. F. Gestão de recursos hídricos: perspectivas do consumo per capita de água em Cuiabá. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 13, n. 1, p.8-14, 2008.

SILVA, M.S.T. **Aproveitamento da Água de Chuva**. Vitória, 2016.

SISCO, L et al. Roof top gardens as a means to use recycled waste and A/C condensate and reduce temperature variation in buildings. **Building and Environment**, v. 117, 2017.

TEIXEIRA C. A. et al. Análise de viabilidade técnica e econômica do uso de água de chuva em uma indústria metalmecânica da região metropolitana de Curitiba PR, **Gest. Prod.**, São Carlos, v. 23, n. 3, p. 638-648, 2016.

TOMAZ, P. **Previsão de Consumo de Água**: Interface nas Instalações Prediais de Água e Esgoto com os Serviços. São Paulo: Navegar, 1999.

TUNDISI, J.G. Água no Século XXI: **Enfrentando a Escassez**. São Carlos: RiMa, 2003. 248p.

VALE S.A. **Relatório da Gerência de Infraestrutura**. Vitória-ES, 2017.

VERDUGO, V. C. et al. Residential Water Consumption, Motivation for Conserving Water and the Continuing Tragedy of the Commons. **Environmental Management**, v. 30, n. 4, p. 527-535, 2002.

WAIDYASEKARA, K. G. A. S; SILVA, M. L. de; RAMEEZDEEN, R. Comparative study of Green building rating systems: in terms of water efficiency and conservation. In: THE SECOND WORLD CONSTRUCTION SYMPOSIUM 2013. SOCIO-ECONOMIC SUSTAINABILITY IN CONSTRUCTION, 2013, Sri Lanka. **Proceedings...** Colombo, Sri Lanka, 2013, p. 108-117.

WEBER, C. C.; CYBIS, L. F.; BEAL, L. L. Conservação da água aplicada a uma indústria de papelão ondulado. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 15, n. 3, p. 291-300, 2010.

WIENER, M. J.; JAFVERT, C. T.; NIES, L. F. The assessment of water use and reuse through reported data: A US case study. **Science of the Total Environment**, v. 539, p. 70-77, 2016.

ZHANG, H. H.; BROWN, D. F. Understanding urban residential water use in Beijing and Tianjin, China. **Habitat International**, v.29, p. 469-491, 2005.

YANG, J. S. et al. Prioritization of water management under climate change and urbanization using multi-criteria decision making methods. **Hydrology and Earth System Sciences**, v.8, n.6, p. 801-814, 2012.

ANEXOS

ANEXO A
PROJETO HIDROSSANITÁRIO – PLANTA 1 - RESTAURANTE CENTRAL DA VALE S.A.

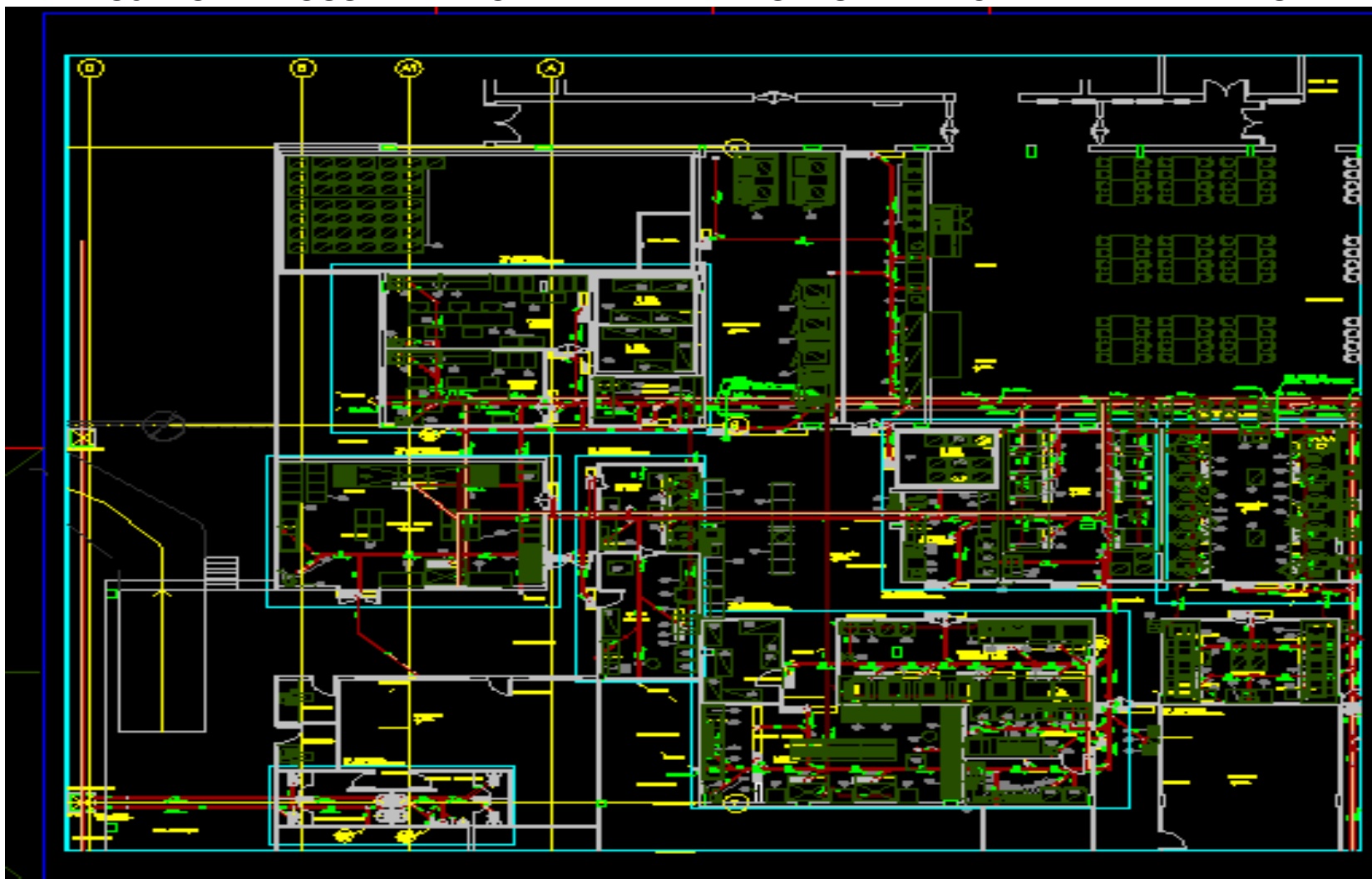


Figura 26 – Projeto hidrossanitário – Planta 1 - Restaurante Central da VALE S.A
Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

ANEXO B
PROJETO HIDROSSANITÁRIO – PLANTA 2 - RESTAURANTE CENTRAL DA VALE S.A.

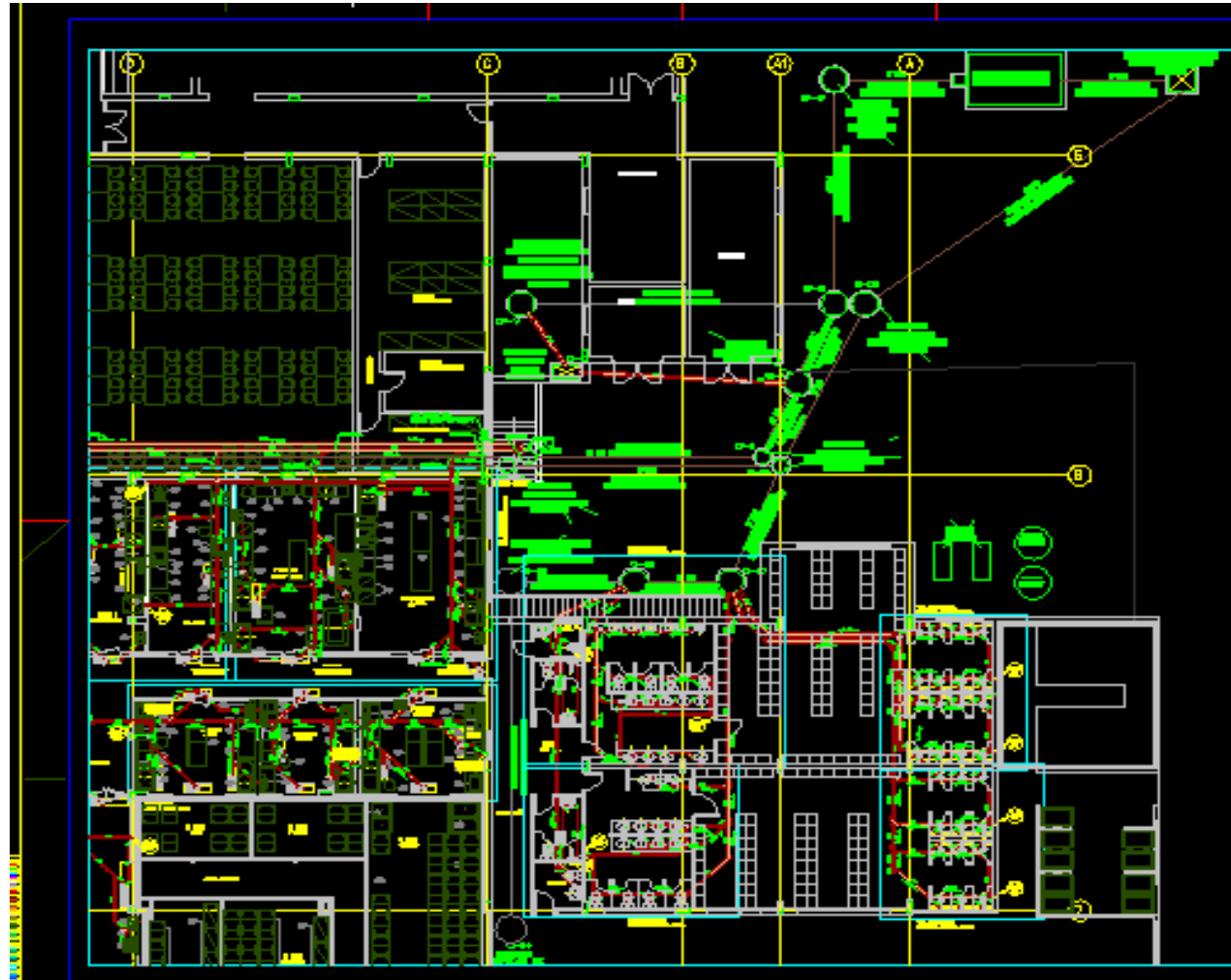


Figura 27– Projeto hidrossanitário – Planta 2 - Restaurante Central da VALE S.A.
Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

ANEXO C
PROJETO HIDROSSANITÁRIO – PLANTA 3 - RESTAURANTE CENTRAL DA VALE S.A.

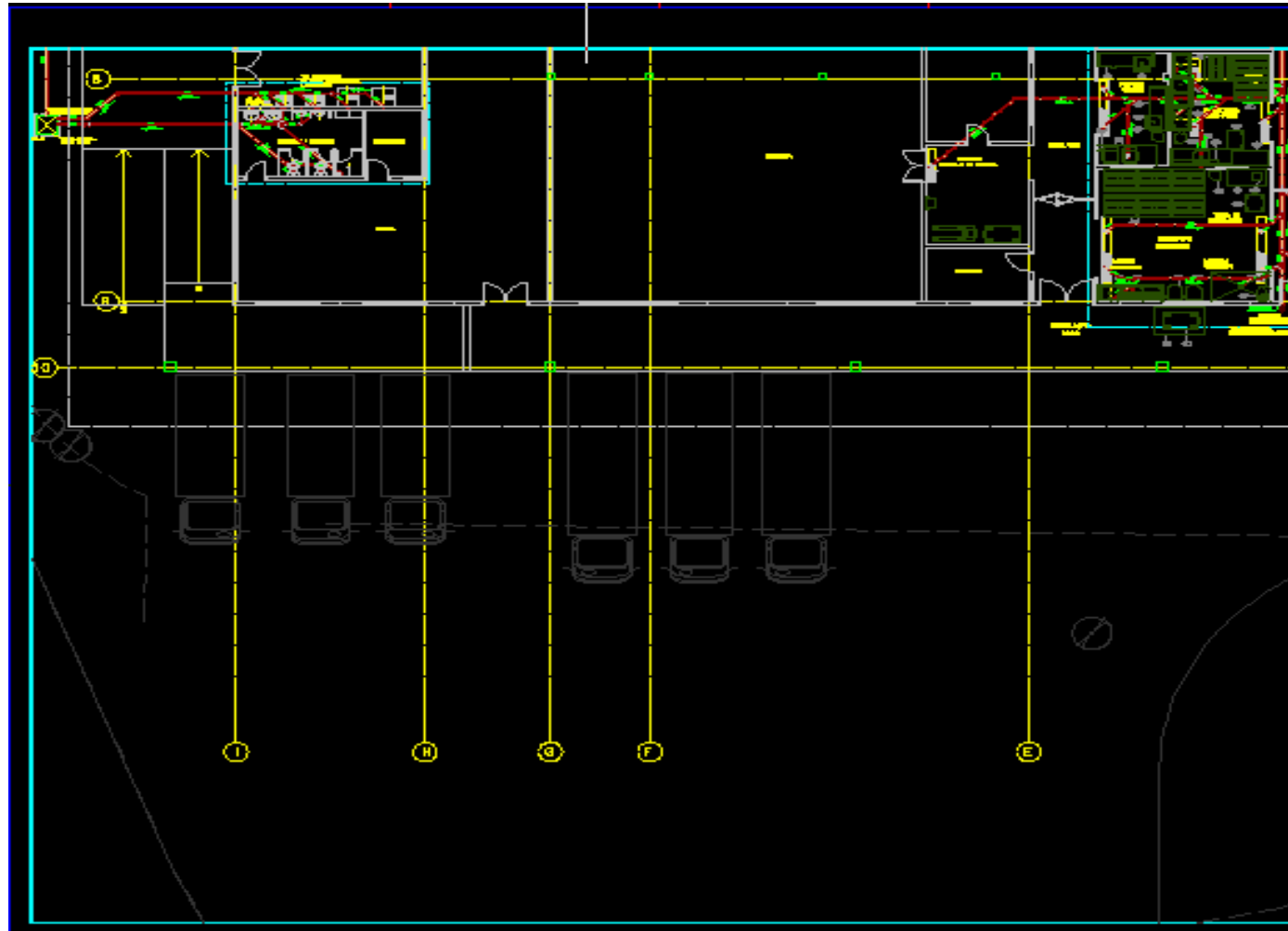


Figura 28 – Projeto hidrossanitário – Planta 3 - Restaurante Central da VALE S.A.
Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

ANEXO E

QUANTIDADE DE USUÁRIOS QUE UTILIZARAM OS BANHEIROS E VESTIÁRIOS NO MÊS DE MARÇO DE 2018.

Tabela 42 – Quantidade de usuários que utilizaram os banheiros e vestiários no mês de março de 2018.

Período	WC masculino	WC feminino	Vestiário masculino	Vestiário feminino
01/03/2018	1257,0	1123,0	243,0	232,0
02/03/2018	1270,0	1156,0	324,0	324,0
03/03/2018	893,0	723,0	210,0	201,0
04/03/2018	824,0	650,0	190,0	178,0
06/03/2018	1136,0	1125,0	310,0	302,0
07/03/2018	1159,0	1157,0	320,0	317,0
08/03/2018	1145,0	1040,0	376,0	319,0
09/03/2018	1182,0	1050,0	356,0	279,0
10/03/2018	802,0	701,0	231,0	213,0
11/03/2018	690,0	645,0	220,0	186,0
12/03/2018	1125,0	1120,0	323,0	267,0
13/03/2018	1114,0	1110,0	348,0	269,0
14/03/2018	1123,0	1163,0	342,0	275,0
15/03/2018	1245,0	1178,0	365,0	276,0
16/03/2018	920,0	912,0	346,0	270,0
17/03/2018	821,0	697,0	214,0	189,0
18/03/2018	689,0	568,0	217,0	176,0
19/03/2018	1258,0	1009,0	324,0	313,0
20/03/2018	1276,0	1121,0	324,0	322,0
21/03/2018	1243,0	1001,0	345,0	300,0
22/03/2018	1150,0	913,0	322,0	322,0
23/03/2018	1267,0	1008,0	324,0	326,0
24/03/2018	740,0	734,0	210,0	187,0
25/03/2018	658,0	647,0	204,0	168,0
26/03/2018	1179,0	1039,0	359,0	328,0
27/03/2018	1119,0	1110,0	345,0	323,0
28/03/2018	1119,0	1005,0	338,0	319,0
29/03/2018	1060,0	1050,0	345,0	317,0
30/03/2018	1173,0	945,0	345,0	198,0
31/03/2018	675,0	580,0	224,0	167,0
TOTAL	1010,06	912,26	288,52	253,65

ANEXO F

CONSUMO SETORIZADO DE ÁGUA POTÁVEL SEM IMPLANTAÇÃO DOS DISPOSITIVOS ECONOMIZADORES - SETEMBRO 2017

Tabela 43 – Consumo setorizado de água potável sem implantação dos dispositivos economizadores - setembro 2017.

Dia / mês / ano	Área de higiene pessoal				Área de preparação das refeições			
	WC masculino	WC feminino	Vestiário masculino	Vestiário feminino	Preparação da alimentação	Preparação de lanches	Limpeza das louças I	Limpeza das louças II
	Hidrômetro 1	Hidrômetro 2	Hidrômetro 3	Hidrômetro 4	Hidrômetro 5	Hidrômetro 6	Hidrômetro 7	Hidrômetro 8
01/09/2017	9,98	8,21	5,20	4,60	87,30	59,23	42,66	15,23
02/09/2017	5,34	4,82	3,16	2,11	58,33	35,23	30,24	10,23
03/09/2017	4,32	4,23	1,62	1,07	43,85	28,32	19,63	8,68
04/09/2017	9,77	8,47	5,44	4,98	87,68	56,32	45,27	16,41
05/09/2017	9,24	8,32	5,99	5,41	88,84	51,27	44,02	14,96
06/09/2017	9,26	7,11	5,76	5,13	89,87	52,39	43,09	15,27
07/09/2017	9,34	9,00	5,44	4,86	92,97	52,57	44,97	15,47
08/09/2017	9,64	8,94	5,43	4,58	91,70	49,68	45,28	16,38
09/09/2017	5,82	5,84	3,19	2,57	59,87	34,69	28,32	10,27
10/09/2017	4,69	4,16	2,16	1,90	42,01	27,64	18,63	8,62
11/09/2017	9,84	8,64	5,39	4,69	85,04	54,21	40,12	16,21
12/09/2017	9,76	8,87	5,92	5,42	84,07	56,32	39,64	16,34
13/09/2017	9,84	8,48	6,48	5,64	83,94	54,00	37,85	15,27
14/09/2017	8,73	8,77	6,51	6,01	81,03	53,27	32,69	14,28
15/09/2017	8,99	9,34	5,77	5,43	81,16	54,21	33,28	16,34
16/09/2017	5,31	4,32	3,37	2,69	55,40	31,28	28,12	10,44
17/09/2017	4,49	3,63	2,14	1,91	41,19	25,37	17,24	8,54
18/09/2017	9,18	8,98	4,82	4,07	86,48	52,14	42,98	16,34
19/09/2017	9,01	8,77	4,27	3,93	78,60	51,36	41,28	16,25
20/09/2017	9,99	8,85	3,77	3,54	80,14	51,98	41,23	15,24
21/09/2017	9,87	8,82	4,81	4,09	83,56	53,39	40,97	14,87
22/09/2017	9,98	8,06	4,14	3,70	78,71	53,97	45,24	14,95
23/09/2017	5,24	5,64	2,91	1,87	36,42	30,28	26,31	8,94
24/09/2017	4,16	3,85	1,85	1,41	27,49	25,39	19,63	4,56
25/09/2017	9,23	8,82	4,12	3,65	81,14	53,38	40,28	18,90
26/09/2017	10,13	8,49	3,62	3,36	82,95	50,28	41,68	18,60
27/09/2017	9,68	8,41	4,26	3,60	78,87	51,47	42,58	17,20
28/09/2017	9,12	8,49	3,98	3,37	84,45	52,29	42,39	16,69
29/09/2017	10,11	7,94	3,61	3,11	86,01	51,39	42,05	17,71
30/09/2017	5,44	5,44	2,61	2,45	34,13	28,64	25,24	15,69
Consumo mensal por setor (m³)	245,38	221,64	127,69	111,02	2173,23	1381,96	1080,91	424,83
Total consumo mensal Setembro (m³)	5766,65							

ANEXO G

CONSUMO SETORIZADO DE ÁGUA POTÁVEL SEM IMPLANTAÇÃO DOS DISPOSITIVOS ECONOMIZADORES - OUTUBRO 2017.

Tabela 44 – Consumo setorizado de água potável sem implantação dos dispositivos

Dia / mês / ano	Área de higiene pessoal				Área de preparação das refeições			
	WC masculino	WC feminino	Vestiário masculino	Vestiário feminino	Preparação da alimentação	Preparação de lanches	Limpeza das louças I	Limpeza das louças II
	Hidrômetro 1	Hidrômetro 2	Hidrômetro 3	Hidrômetro 4	Hidrômetro 5	Hidrômetro 6	Hidrômetro 7	Hidrômetro 8
01/10/2017	4,67	4,74	1,69	1,89	45,96	27,56	18,23	7,64
02/10/2017	8,17	9,67	5,27	5,69	89,23	55,28	42,56	14,56
03/10/2017	8,12	8,28	5,23	4,96	88,64	54,14	41,26	15,32
04/10/2017	8,21	8,54	4,08	4,61	90,23	56,23	44,36	15,27
05/10/2017	9,69	9,63	4,96	5,28	89,14	55,24	43,12	14,28
06/10/2017	8,74	8,64	4,87	5,17	92,15	54,28	42,15	16,28
07/10/2017	5,17	5,97	2,97	2,57	58,23	33,69	27,69	7,23
08/10/2017	4,97	4,06	1,99	1,28	41,29	26,54	19,63	6,32
09/10/2017	8,27	8,62	4,85	4,52	87,21	54,27	39,32	15,24
10/10/2017	9,01	8,54	4,98	4,87	86,23	54,29	40,23	14,57
11/10/2017	8,64	8,57	5,04	3,67	84,29	55,32	39,64	14,52
12/10/2017	8,28	8,96	5,02	3,25	85,12	56,37	38,25	13,24
13/10/2017	9,79	8,14	5,98	4,08	84,02	56,32	37,12	15,27
14/10/2017	5,39	4,29	2,57	2,14	57,19	30,28	27,63	7,96
15/10/2017	4,18	1,89	1,88	1,10	40,12	24,14	15,26	5,26
16/10/2017	9,37	8,97	3,99	3,97	84,26	50,29	40,26	13,18
17/10/2017	8,47	8,12	4,02	3,08	85,17	51,28	39,14	14,26
18/10/2017	9,36	8,47	4,89	3,97	86,24	52,27	39,15	14,28
19/10/2017	9,74	9,36	4,24	3,63	87,14	52,39	38,45	14,28
20/10/2017	10,01	9,84	3,09	2,98	85,12	52,37	37,12	14,27
21/10/2017	5,34	5,97	3,01	2,87	51,26	31,25	22,63	7,56
22/10/2017	4,97	4,58	1,87	1,58	35,14	28,32	14,56	4,63
23/10/2017	9,78	9,68	4,01	3,08	80,24	53,29	39,36	16,87
24/10/2017	8,67	9,52	4,69	3,09	81,15	54,27	39,27	16,84
25/10/2017	8,69	9,64	3,67	3,94	80,23	54,12	38,01	16,39
26/10/2017	11,67	9,85	4,65	3,30	82,47	52,19	38,64	15,87
27/10/2017	10,97	9,37	5,26	4,28	80,36	52,37	38,24	13,34
28/10/2017	5,61	4,22	2,97	1,85	48,12	29,34	22,45	7,14
29/10/2017	4,58	2,96	1,96	1,10	30,28	25,36	19,24	3,27
30/10/2017	10,96	8,96	2,61	2,04	78,26	51,26	37,26	14,56
31/10/2017	8,51	9,31	3,68	2,96	79,36	52,34	37,28	13,25
Consumo mensal por setor (m³)	248,00	237,36	119,98	102,80	2273,85	1436,66	1057,51	382,95
Total consumo mensal Outubro (m³)	5859,11							

ANEXO H

CONSUMO SETORIZADO DE ÁGUA POTÁVEL SEM IMPLANTAÇÃO DOS DISPOSITIVOS ECONOMIZADORES - NOVEMBRO 2017.

Tabela 45– Consumo setorizado de água potável sem implantação dos dispositivos economizadores - novembro 2017

Dia / mês / ano	Área de higiene pessoal				Área de preparação das refeições			
	WC masculino	WC feminino	Vestiário masculino	Vestiário feminino	Preparação da alimentação	Preparação de lanches	Limpeza das louças I	Limpeza das louças II
	Hidrômetro 1	Hidrômetro 2	Hidrômetro 3	Hidrômetro 4	Hidrômetro 5	Hidrômetro 6	Hidrômetro 7	Hidrômetro 8
01/11/2017	9,32	8,25	5,19	4,69	86,17	55,23	38,25	14,23
02/11/2017	9,17	8,14	5,04	4,15	84,25	49,25	39,13	14,25
03/11/2017	8,54	7,14	4,98	4,28	85,47	48,63	38,01	16,24
04/11/2017	5,23	4,39	2,96	2,69	52,26	32,17	25,14	9,63
05/11/2017	4,28	3,69	1,24	1,47	40,23	26,27	16,25	8,62
06/11/2017	8,14	7,12	5,04	4,15	88,27	54,17	38,24	15,24
07/11/2017	8,17	7,19	4,02	3,69	86,24	50,27	36,24	16,25
08/11/2017	8,23	7,28	4,09	3,31	89,32	51,27	36,39	15,27
09/11/2017	8,24	7,03	3,97	3,57	89,27	52,39	38,24	15,00
10/11/2017	9,17	8,14	3,88	2,58	88,17	52,37	37,14	14,28
11/11/2017	5,27	4,97	2,06	1,98	54,28	30,25	24,15	9,01
12/11/2017	4,19	3,08	1,08	0,96	39,67	24,17	17,52	8,24
13/11/2017	9,28	8,01	4,69	3,69	82,69	52,14	35,24	15,27
14/11/2017	9,17	8,19	5,85	4,52	81,26	50,23	34,17	14,26
15/11/2017	8,14	8,34	5,07	4,39	80,24	49,28	32,18	14,25
16/11/2017	8,16	8,06	5,09	5,39	80,27	48,25	34,18	16,28
17/11/2017	9,27	8,25	4,33	3,69	82,39	49,27	32,14	15,04
18/11/2017	5,01	4,02	2,08	2,63	50,28	29,30	22,39	9,50
19/11/2017	3,98	3,29	1,24	0,91	36,17	22,14	18,24	8,14
20/11/2017	8,29	6,39	3,08	4,08	81,27	50,17	38,21	14,28
21/11/2017	8,39	7,21	3,97	4,39	76,39	51,27	37,14	15,26
22/11/2017	8,27	7,29	3,52	5,14	78,24	49,12	39,24	15,27
23/11/2017	8,16	8,64	3,29	4,18	76,31	48,14	37,14	14,27
24/11/2017	8,14	8,14	3,96	4,28	78,24	49,34	36,25	14,67
25/11/2017	4,02	4,08	2,25	2,47	51,27	27,58	24,15	9,17
26/11/2017	3,32	3,28	1,87	0,97	37,25	22,68	19,22	8,22
27/11/2017	9,17	8,14	5,23	4,17	76,34	50,27	40,18	16,32
28/11/2017	9,28	8,96	4,59	4,39	75,28	48,27	39,14	15,27
29/11/2017	10,18	7,28	5,38	5,28	78,36	49,36	39,64	15,26
30/11/2017	8,27	7,39	4,58	4,85	77,12	48,27	35,14	16,34
Consumo mensal por setor (m³)	226,45	201,38	113,62	106,94	2162,97	1321,52	978,69	403,33
Total consumo mensal Novembro (m³)	5514,90							

ANEXO I

CONSUMO SETORIZADO DE ÁGUA POTÁVEL SEM IMPLANTAÇÃO DOS DISPOSITIVOS ECONOMIZADORES - DEZEMBRO 2017.

Tabela 46 – Consumo setorizado de água potável sem implantação dos dispositivos economizadores - dezembro 2017.

Dia / mês / ano	Área de higiene pessoal				Área de preparação das refeições			
	WC masculino	WC feminino	Vestário masculino	Vestário feminino	Preparação da alimentação	Preparação de lanches	Limpeza das louças I	Limpeza das louças II
	Hidrômetro 1	Hidrômetro 2	Hidrômetro 3	Hidrômetro 4	Hidrômetro 5	Hidrômetro 6	Hidrômetro 7	Hidrômetro 8
01/12/2017	7,25	6,85	3,84	2,84	60,14	39,22	22,41	8,17
02/12/2017	3,99	3,21	2,06	1,88	25,17	20,14	18,16	5,92
03/12/2017	1,57	1,12	1,48	1,24	18,12	15,24	14,57	3,58
04/12/2017	7,29	6,21	3,74	3,15	58,63	38,09	23,14	9,23
05/12/2017	7,36	6,37	2,99	2,1	59,31	38,02	22,85	9,68
06/12/2017	7,14	5,39	3,64	2,98	58,14	40,23	22,97	8,64
07/12/2017	7,89	5,51	2,84	2,07	56,29	39,84	22,68	8,27
08/12/2017	7,96	5,84	2,74	1,99	57,26	38,54	23,14	9,14
09/12/2017	3,64	2,98	1,98	1,183	22,58	19,99	16,24	5,07
10/12/2017	1,67	1,08	0,76	0,64	18,14	14,69	13,28	3,08
11/12/2017	8,25	6,86	4,12	3,98	57,18	38,26	18,68	8,17
12/12/2017	7,23	7,2	4,09	3,85	57,24	38,28	19,24	8,96
13/12/2017	8,29	7,28	4,28	3,64	56,29	37,12	19,38	9,25
14/12/2017	7,02	6,39	3,97	2,98	57,16	37,28	18,24	8,14
15/12/2017	7,96	6,28	3,98	2,87	57,14	37,02	19,68	9,68
16/12/2017	3,84	2,08	1,84	1,58	24,78	18,54	16,24	5,07
17/12/2017	1,97	1,09	0,81	0,68	18,17	15,28	12,98	3,28
18/12/2017	8,23	7,45	4,17	3,17	56,14	36,28	15,23	9,23
19/12/2017	8,23	7,25	3,64	2,94	57,93	36,21	15,27	8,54
20/12/2017	7,21	7,96	2,85	2,44	57,09	37,23	14,96	8,23
21/12/2017	7,98	7,85	2,84	2,15	57,63	35,14	15,87	8,02
22/12/2017	7,29	6,97	2,94	2,19	56,27	35,17	15,02	8,07
23/12/2017	4,68	3,67	1,96	1,74	23,87	18,25	18,68	5,21
24/12/2017	2,21	1,87	0,83	0,77	19,27	14,27	12,96	3,24
25/12/2017	7,26	6,85	3,62	3,14	56,89	34,28	14,29	9,68
26/12/2017	8,25	6,97	4,05	3,96	55,27	35,26	13,52	8,12
27/12/2017	7,39	6,41	3,97	3,08	56,26	31,28	13,07	9,17
28/12/2017	8,21	6,46	3,52	3,74	54,96	30,29	12,09	8,12
29/12/2017	7,19	6,07	3,57	2,88	55,28	30,28	13,27	9,12
30/12/2017	4,28	3,07	2,15	1,89	21,29	19,26	17,56	5,01
31/12/2017	2,39	0,96	1,17	0,97	16,27	15,24	14,2	3,85
Consumo mensal por setor (m³)	190,67	161,55	90,04	74,21	1407,16	984,22	529,62	225,79
Total consumo mensal Dezembro (m³)	3613,26							

ANEXO J

MEDIÇÃO DE ÁGUA CONDENSADA – UNIDADES CONDENSADORAS 1 A 4.

Tabela 47– Medição de água condensada – unidades condensadoras 1 a 4.

Unidade Condensadora	Data	Local	Capacidade de tonelada refrigeração (TR)	Horário Início	Horário Final	Altura 1 (m)	Altura 2 (m)	Altura 3 (m)	Altura média (m)	Área (m²)	Volume (m³)	Volume (L)	Produção 1 TR (L/TR.d)
01	14/03/2018	Preparação da alimentação	25	06:00	08:00	0,09	0,07	0,09	0,08	0,23	0,02	19,17	5,86
				08:00	10:00	0,09	0,06	0,08	0,08	0,23	0,02	17,63	
				10:00	12:00	0,08	0,06	0,09	0,08	0,23	0,02	17,63	
				12:00	14:00	0,07	0,06	0,08	0,07	0,23	0,02	16,10	
				14:00	16:00	0,10	0,08	0,09	0,09	0,23	0,02	20,70	
				16:00	18:00	0,07	0,06	0,08	0,07	0,23	0,02	16,10	
				18:00	20:00	0,10	0,08	0,09	0,09	0,23	0,02	20,70	
				20:00	22:00	0,09	0,06	0,09	0,08	0,23	0,02	18,40	
0,15											146,43		
02	15/03/2018	Preparação da alimentação	30	06:00	08:00	0,12	0,10	0,12	0,11	0,23	0,03	26,07	5,88
				08:00	10:00	0,11	0,08	0,10	0,10	0,23	0,02	22,23	
				10:00	12:00	0,10	0,07	0,11	0,09	0,23	0,02	21,47	
				12:00	14:00	0,10	0,08	0,11	0,10	0,23	0,02	22,23	
				14:00	16:00	0,10	0,07	0,11	0,09	0,23	0,02	21,47	
				16:00	18:00	0,11	0,08	0,01	0,07	0,23	0,02	15,33	
				18:00	20:00	0,12	0,09	0,12	0,11	0,23	0,03	25,30	
				20:00	22:00	0,10	0,08	0,11	0,10	0,23	0,02	22,23	
0,18											176,33		
03	16/03/2018	Preparação da alimentação	30	06:00	08:00	0,11	0,09	0,11	0,10	0,23	0,02	23,77	5,90
				08:00	10:00	0,11	0,08	0,10	0,10	0,23	0,02	22,23	
				10:00	12:00	0,09	0,07	0,11	0,09	0,23	0,02	20,70	
				12:00	14:00	0,10	0,09	0,10	0,10	0,23	0,02	22,23	
				14:00	16:00	0,09	0,08	0,10	0,09	0,23	0,02	20,70	
				16:00	18:00	0,10	0,09	0,10	0,10	0,23	0,02	22,23	
				18:00	20:00	0,12	0,10	0,11	0,11	0,23	0,03	25,30	
				20:00	22:00	0,09	0,07	0,10	0,09	0,23	0,02	19,93	
0,18											177,10		
04	19/03/2018	Preparação da alimentação	25	06:00	08:00	0,10	0,07	0,08	0,08	0,23	0,02	19,17	6,29
				08:00	10:00	0,10	0,07	0,09	0,09	0,23	0,02	19,93	
				10:00	12:00	0,08	0,07	0,09	0,08	0,23	0,02	18,40	
				12:00	14:00	0,08	0,07	0,09	0,08	0,23	0,02	18,40	
				14:00	16:00	0,11	0,08	0,09	0,09	0,23	0,02	21,47	
				16:00	18:00	0,10	0,07	0,09	0,09	0,23	0,02	19,93	
				18:00	20:00	0,10	0,07	0,10	0,09	0,23	0,02	20,70	
				20:00	22:00	0,09	0,07	0,09	0,08	0,23	0,02	19,17	
0,16											157,17		

ANEXO K

MEDIÇÃO DE ÁGUA CONDENSADA – UNIDADES CONDENSADORAS 5 A 8.

Tabela 48 – Medição de água condensada – unidades condensadoras 5 a 8.

Unidade Condensadora	Data	Local	Capacidade de tonelada refrigeração (TR)	Horário Início	Horário Final	Altura 1 (m)	Altura 2 (m)	Altura 3 (m)	Altura média (m)	Área (m ²)	Volume (m ³)	Volume (L)	Produção 1 TR (L/TR.d)
05	20/03/2018	Salão de alimentação	25	06:00	08:00	0,09	0,08	0,10	0,09	0,23	0,02	20,70	6,44
				08:00	10:00	0,09	0,07	0,10	0,09	0,23	0,02	19,93	
				10:00	12:00	0,09	0,06	0,08	0,08	0,23	0,02	17,63	
				12:00	14:00	0,09	0,07	0,09	0,08	0,23	0,02	19,17	
				14:00	16:00	0,10	0,07	0,10	0,09	0,23	0,02	20,70	
				16:00	18:00	0,10	0,08	0,10	0,09	0,23	0,02	21,47	
				18:00	20:00	0,10	0,07	0,10	0,09	0,23	0,02	20,70	
				20:00	22:00	0,10	0,08	0,09	0,09	0,23	0,02	20,70	
											0,16	161,00	
06	21/03/2018	Salão de alimentação	25	06:00	08:00	0,10	0,08	0,09	0,09	0,23	0,02	20,70	6,62
				08:00	10:00	0,08	0,07	0,09	0,08	0,23	0,02	18,40	
				10:00	12:00	0,09	0,08	0,10	0,09	0,23	0,02	20,70	
				12:00	14:00	0,10	0,09	0,10	0,10	0,23	0,02	22,23	
				14:00	16:00	0,09	0,08	0,09	0,09	0,23	0,02	19,93	
				16:00	18:00	0,09	0,08	0,09	0,09	0,23	0,02	19,93	
				18:00	20:00	0,09	0,08	0,11	0,09	0,23	0,02	21,47	
				20:00	22:00	0,10	0,09	0,10	0,10	0,23	0,02	22,23	
											0,17	165,60	
07	22/03/2018	Salão de alimentação	25	06:00	08:00	0,09	0,07	0,09	0,08	0,23	0,02	19,17	6,47
				08:00	10:00	0,09	0,08	0,10	0,09	0,23	0,02	20,70	
				10:00	12:00	0,10	0,08	0,10	0,09	0,23	0,02	21,47	
				12:00	14:00	0,10	0,08	0,09	0,09	0,23	0,02	20,70	
				14:00	16:00	0,09	0,07	0,10	0,09	0,23	0,02	19,93	
				16:00	18:00	0,08	0,07	0,08	0,08	0,23	0,02	17,63	
				18:00	20:00	0,10	0,07	0,10	0,09	0,23	0,02	20,70	
				20:00	22:00	0,10	0,08	0,10	0,09	0,23	0,02	21,47	
											0,16	161,77	
08	23/03/2018	Salão de alimentação	40	06:00	08:00	0,12	0,11	0,11	0,11	0,23	0,03	26,07	5,37
				08:00	10:00	0,12	0,11	0,12	0,12	0,23	0,03	26,83	
				10:00	12:00	0,12	0,10	0,13	0,12	0,23	0,03	26,83	
				12:00	14:00	0,12	0,11	0,12	0,12	0,23	0,03	26,83	
				14:00	16:00	0,11	0,10	0,12	0,11	0,23	0,03	25,30	
				16:00	18:00	0,12	0,11	0,12	0,12	0,23	0,03	26,83	
				18:00	20:00	0,13	0,12	0,12	0,12	0,23	0,03	26,37	
				20:00	22:00	0,12	0,12	0,12	0,12	0,23	0,03	27,60	
											0,21	214,67	

ANEXO L

CONSUMO SETORIZADO DE ÁGUA POTÁVEL COM A IMPLANTAÇÃO DOS DISPOSITIVOS ECONOMIZADORES - FEVEREIRO 2018.

Tabela 49 – Consumo setorizado de água potável com a implantação dos dispositivos economizadores - fevereiro 2018.

CONSUMO DE ÁGUA (M³) - SETORIZAÇÃO considerando a instalação de dispositivos economizadores de água								
Dia / mês / ano	Área de higiene pessoal				Área de preparação das refeições			
	WC masculino	WC feminino	Vestiário masculino	Vestiário feminino	Preparação da alimentação	Preparação de lanches	Limpeza das louças I	Limpeza das louças II
	Hidrômetro 1	Hidrômetro 2	Hidrômetro 3	Hidrômetro 4	Hidrômetro 5	Hidrômetro 6	Hidrômetro 7	Hidrômetro 8
01/02/2018	4,22	4,21	4,54	3,54	42,63	27,96	18,96	8,21
02/02/2018	5,14	3,89	3,25	2,96	43,26	27,36	19,64	9,31
03/02/2018	2,00	1,88	1,78	1,89	24,56	14,78	17,36	5,87
04/02/2018	0,85	0,63	1,34	1,18	20,14	10,89	16,04	4,05
05/02/2018	4,15	4,12	4,85	3,69	45,26	26,39	22,28	9,31
06/02/2018	5,19	5,01	4,96	3,47	44,25	58,14	22,04	8,24
07/02/2018	4,28	4,17	4,87	2,69	44,12	29,27	22,96	8,04
08/02/2018	4,21	3,29	3,69	3,58	44,39	28,04	22,31	8,74
09/02/2018	5,28	4,21	3,84	4,22	44,28	28,04	24,28	8,36
10/02/2018	2,15	2,05	1,96	1,99	26,54	15,47	17,56	6,52
11/02/2018	0,87	0,67	1,54	1,19	21,14	11,54	16,25	4,08
12/02/2018	4,87	4,27	4,28	2,97	43,29	28,14	21,04	9,25
13/02/2018	5,68	3,69	3,97	3,69	45,25	28,37	21,08	8,15
14/02/2018	4,85	3,27	4,28	3,84	44,18	28,07	20,28	8,96
15/02/2018	4,21	4,08	4,39	3,19	44,27	28,47	22,54	8,17
16/02/2018	4,27	4,04	3,69	4,18	44,39	29,36	20,16	9,14
17/02/2018	2,19	2,10	1,98	2,04	27,56	16,47	18,74	6,31
18/02/2018	0,91	0,99	1,67	1,20	22,08	12,28	15,47	4,09
19/02/2018	4,17	3,96	5,27	4,29	45,28	29,47	19,06	7,21
20/02/2018	5,02	3,64	5,29	4,29	44,29	29,38	19,47	7,39
21/02/2018	5,07	4,28	4,69	3,69	43,67	29,05	19,27	8,24
22/02/2018	5,08	4,27	4,39	3,28	43,39	27,04	16,32	7,05
23/02/2018	4,28	3,69	3,67	2,96	42,07	27,36	19,63	7,69
24/02/2018	2,17	2,25	1,97	2,25	28,97	16,37	18,74	6,37
25/02/2018	1,50	1,10	1,69	1,22	22,39	13,64	15,27	4,08
26/02/2018	4,28	3,84	5,29	3,27	43,28	27,04	17,26	8,31
27/02/2018	4,17	4,28	4,29	2,96	41,29	27,96	17,96	8,96
28/02/2018	4,96	4,38	5,28	3,04	45,29	27,06	18,54	8,47
Consumo mensal por setor (m ³)	105,97	92,26	102,71	82,76	1071,51	703,39	540,51	208,37
Total consumo mensal Fevereiro (m³)	2907,48							

ANEXO M

CONSUMO SETORIZADO DE ÁGUA POTÁVEL COM A IMPLANTAÇÃO DOS DISPOSITIVOS ECONOMIZADORES - MARÇO 2018.

Tabela 50 – Consumo setorizado de água potável com a implantação dos dispositivos economizadores - março 2018.

CONSUMO DE ÁGUA (M³) - SETORIZAÇÃO								
Considerando a instalação de dispositivos e economizadores de água								
Dia / mês / ano	Área de higiene pessoal				Área de preparação das refeições			
	WC masculino	WC feminino	Vestiário masculino	Vestiário feminino	Preparação da alimentação	Preparação de lanches	Limpeza das louças I	Limpeza das louças II
	Hidrômetro 1	Hidrômetro 2	Hidrômetro 3	Hidrômetro 4	Hidrômetro 5	Hidrômetro 6	Hidrômetro 7	Hidrômetro 8
01/03/2018	6,53	5,56	5,15	4,34	59,85	39,50	28,24	11,26
02/03/2018	6,99	5,70	4,12	2,89	59,43	39,42	27,88	11,75
03/03/2018	3,21	2,87	2,84	2,59	31,88	20,88	22,16	6,49
04/03/2018	1,41	1,00	2,04	1,71	19,02	15,80	17,78	4,37
05/03/2018	10,11	5,23	3,78	2,19	60,51	39,96	28,24	11,15
06/03/2018	10,13	4,83	5,02	4,04	60,52	41,71	28,08	10,54
07/03/2018	10,35	4,93	3,91	2,85	61,35	41,31	27,61	10,09
08/03/2018	9,12	6,14	5,68	5,48	62,42	39,67	22,73	9,97
09/03/2018	9,65	6,45	5,64	5,31	63,34	39,69	23,48	10,45
10/03/2018	3,26	2,67	2,73	1,63	27,77	20,73	19,82	6,19
11/03/2018	1,50	0,97	1,05	0,88	21,86	15,23	16,20	3,76
12/03/2018	7,13	5,62	4,93	3,96	67,44	38,39	23,95	11,75
13/03/2018	7,42	6,52	5,90	5,02	64,36	38,49	23,65	11,29
14/03/2018	6,29	5,72	5,47	4,04	63,39	38,66	22,26	9,93
15/03/2018	7,37	6,67	5,75	4,37	59,42	37,62	18,58	11,26
16/03/2018	7,37	6,49	5,02	4,05	60,52	37,55	18,63	10,42
17/03/2018	4,15	3,29	2,70	2,40	27,79	18,92	16,63	6,36
18/03/2018	1,98	1,67	1,14	1,06	22,60	14,80	14,59	3,95
19/03/2018	11,22	6,24	4,05	3,02	62,36	36,47	18,33	9,85
20/03/2018	10,85	7,13	3,93	3,36	62,39	38,60	18,25	10,04
21/03/2018	11,60	7,03	3,91	2,96	63,48	36,44	19,37	9,79
22/03/2018	10,82	6,13	4,99	4,33	63,48	35,54	17,44	11,75
23/03/2018	11,85	6,24	5,58	5,46	63,36	36,56	16,50	9,91
24/03/2018	3,83	2,75	2,96	2,60	28,85	19,97	12,89	6,11
25/03/2018	2,14	0,86	1,61	1,34	22,11	15,80	11,13	4,70
26/03/2018	6,44	5,44	4,92	3,97	59,53	31,40	16,19	11,13
27/03/2018	6,62	5,74	5,47	4,24	62,50	32,43	15,95	11,19
28/03/2018	7,35	5,78	4,85	5,15	60,29	31,41	14,75	9,91
29/03/2018	6,55	5,41	5,07	4,33	59,52	35,38	17,39	11,24
30/03/2018	7,35	5,35	5,06	4,47	60,52	32,39	14,98	10,07
31/03/2018	6,48	4,93	4,51	4,38	60,48	31,40	17,05	9,97
Consumo mensal por setor (m ³)	216,64	151,39	129,78	108,42	1622,31	992,13	610,69	286,64
Total consumo mensal Março (m ³)	4117,98							

ANEXO N CUSTO DE AQUISIÇÃO E INSTALAÇÃO DOS DISPOSITIVOS ECONOMIZADORES

Tabela 51– Custo de aquisição e instalação dos dispositivos economizadores

CUSTO DE AQUISIÇÃO DOS DISPOSITIVOS ECONOMIZADORES				
Tipo de dispositivo	Quantidade	Unidade	Valor unitário (R\$)	Total (R\$)
Torneira de acionamento automático simples	25,0	Uni.	109,9	2746,8
Registro de gaveta para mictório com acionamento automático simples	8,0	Uni.	215,9	1727,4
Válvula de descarga com duplo acionamento	37,0	Uni.	183,4	6784,7
Chuveiro com fechamento automático	10,0	Uni.	610,9	6109,0
Torneira com arejador	18,0	Uni.	89,1	1604,0
TOTAL 1				18.971,86
CUSTO DA MÃO DE OBRA PARA INSTALAÇÃO DOS DISPOSITIVOS ECONOMIZADORES				
Função	Quantidade	Unidade	Valor unitário (R\$ / hora)	Total (R\$)
Bombeiro hidráulico	352,0	Hh	14,5	5086,4
Ajudante	704,0	Hh	10,6	7476,5
Pedreiro	352,0	Hh	14,5	5086,4
TOTAL 2				17.649,3
TOTAL GERAL (1+2)				36.621,1

Fonte: IOPES (2018).

ANEXO O
CUSTO DA MÃO DE OBRA PARA INSTALAÇÃO DO SISTEMA DE
ARMAZENAMENTO E BOMBEAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA /
CONDENSAÇÃO E DISPOSITIVOS ECONOMIZADORES.

Tabela 52 – Custo da mão de obra para instalação do sistema de armazenamento e bombeamento de água de chuva / condensação e dispositivos economizadores.

Função	Quantidade	Unidade	Valor unitário (R\$ / hora)	Total (R\$)
Pedreiro	600,00	Hh	14,45	8670,00
Carpinteiro	320,00	Hh	14,45	4624,00
Armador	340,00	Hh	14,45	4913,00
Ajudante	1000,00	Hh	10,62	10620,00
Eletricista	305,00	Hh	14,45	4407,25
Mestre de obras	280,00	Hh	20,41	5714,80
Engenheiro civil	200,00	Hh	174,069	34813,80
TOTAL 1				73.762,85
TOTAL MÃO DE OBRA DOS DISPOSITIVOS ECONOMIZADORES				18.971,80
SUB TOTAL 1				92.734,65

Fonte: IOPES (2018).

Custo dos materiais e equipamentos para instalação do sistema de armazenamento e bombeamento de água de chuva / condensação e dispositivos economizadores.

ANEXO P
CUSTO DOS MATERIAIS E EQUIPAMENTOS PARA INSTALAÇÃO
DO SISTEMA DE ARMAZENAMENTO E BOMBEAMENTO DE ÁGUA
DE CHUVA E CONDENSAÇÃO E DISPOSITIVOS
ECONOMIZADORES

Tabela 53– Custo dos materiais e equipamentos para instalação do sistema de armazenamento e bombeamento de água de chuva e condensação e dispositivos economizadores

CUSTO DOS MATERIAIS E EQUIPAMENTOS PARA INSTALAÇÃO DO SISTEMA DE ARMAZENAMENTO E BOMBEAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA E CONDENSAÇÃO E DISPOSITIVOS ECONOMIZADORES				
Materiais	Quantidade	Unidade	Valor unitário (R\$)	Total (R\$)
Escavação manual, com empolamento de 30%.	520,00	m³	22,15	11518,00
Apiloamento manual de valas com camada de 20 cm.	400,00	m²	18,90	7560,00
Lastro em concreto magro, espessura= 10 cm.	40,00	m³	360,00	14400,00
Formas para concreto armado, com escoramento.	180,00	m²	72,30	13014,00
Concreto estrutural 30 Mpa, adensado e convencional.	36,00	m³	1000,00	36000,00
Aço CA-50	3900,00	Kg	9,31	36309,00
Reaterro em solo compactado.	120,00	m³	18,26	2191,20
Reservatório superior em POLIPROPILENO (2 m³)	1,00	Uni.	1350,00	1350,00
TOTAL 2				122.342,20
TOTAL MATERIAL DOS DISPOSITIVOS ECONOMIZADORES				17.649,30
SUB TOTAL 2				139.991,50
TOTAL GERAL (1+2)				232.726,15

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).